



# PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN PARA UN CENTRO ITV



Rodríguez Sevillano, Adrián

Procedimientos para los sistemas de seguridad indicados en los artículos 9, 10 y 11 del reglamento (CE) nº 661/2009: Sistemas de control de presión de neumáticos, frenada de emergencia, advertencia de abandono de carril e indicador de cambio de velocidad.

Director: Magaz Pilar,  
Guillermo

Universidad Carlos III de  
Madrid

22/09/2016

## ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA .....	2
1.1 INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO .....	2
1.2 ESTADO DE LA TÉCNICA .....	6
1.3 DESCRIPCIÓN .....	8
1.3.1 Objetivos .....	8
1.3.2 Datos .....	10
1.3.3 Algoritmos (Procedimientos) .....	16
1.3.4 Propuesta de modificación de línea ITV .....	41
1.4 ANEXOS .....	44
2. PLANOS .....	49
3. CÁLCULOS .....	52
3.1 CÁLCULO DEL CILINDRO NEUMÁTICO .....	52
3.2 CÁLCULO DEL COMPRESOR NEUMÁTICO .....	53
3.3 CÁLCULO DEL ANCLAJE AL SUELO .....	55
4. PLIEGO DE CONDICIONES .....	59
4.1 SEGURIDAD .....	59
4.2 MAQUINARIA/EQUIPAMIENTO .....	64
5. PRESUPUESTOS .....	68
5.1 PRESUPUESTOS INDIVIDUALES .....	68
5.2 PRESUPUESTO DE LÍNEA COMPLETA .....	71
6. WEBGRAFÍA .....	72

## **1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1 INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO**

Los automóviles forman parte del día a día. Con ellos se va y vuelve del trabajo, se lleva a los niños al colegio, se hacen recados, la gente se divierte con ellos, se van de vacaciones y demás actividades de sobra conocidas. Se da por sentado que un coche funciona y que se puede contar con él a cualquier hora y cualquier día. Así es como debería ser, pero desafortunadamente no siempre es así. Cualquier vehículo de hoy en día cuenta con numerosos sistemas de ayuda a la conducción, sistemas de seguridad activa y pasiva, sistemas de confort... Incluso los vehículos que hoy se catalogan como antiguos cuentan como mínimo con los sistemas que hacen que un coche sea tal; motor, frenos, transmisión, etc. Con tal cantidad de elementos que deben funcionar correctamente para que nuestro coche esté en buen estado, se hace imprescindible un mantenimiento y revisión de los sistemas a modo de prevención para intentar que las averías no aparezcan en el peor momento posible y, lo que es más importante, para evitar accidentes de tráfico.

En 2015, el parque automovilístico de España contaba con 26,7 millones de unidades. Es una gran cifra, y aunque se suponga que el porcentaje de vehículos que tuvieran algún defecto es muy pequeño (por ejemplo un 1%), el número de coches que circularía por las carreteras en condiciones deficientes sería muy elevado, unas 267.000 unidades. Un dato revelador es que la edad media de los coches en España no para de crecer: En 2002, la antigüedad media rondaba los 7,6 años. En 2013, el parque cumplió los 10,9 años y en 2015 se colocó en los 11,7 años de edad. Actualmente esta cifra es de 12 años, aunque hay comunidades autónomas donde los valores superan los 13 años cumplidos desde la fecha de matriculación (Extremadura junto a Ceuta y Melilla). La Comunidad de Madrid es la región donde este valor es más bajo, rondando los 10,1 años. En la imagen 1.1 se puede ver el mapa completo, con el valor medio de antigüedad y la cantidad de vehículos en uso en cada región.

## Edad media del parque de vehículos en España

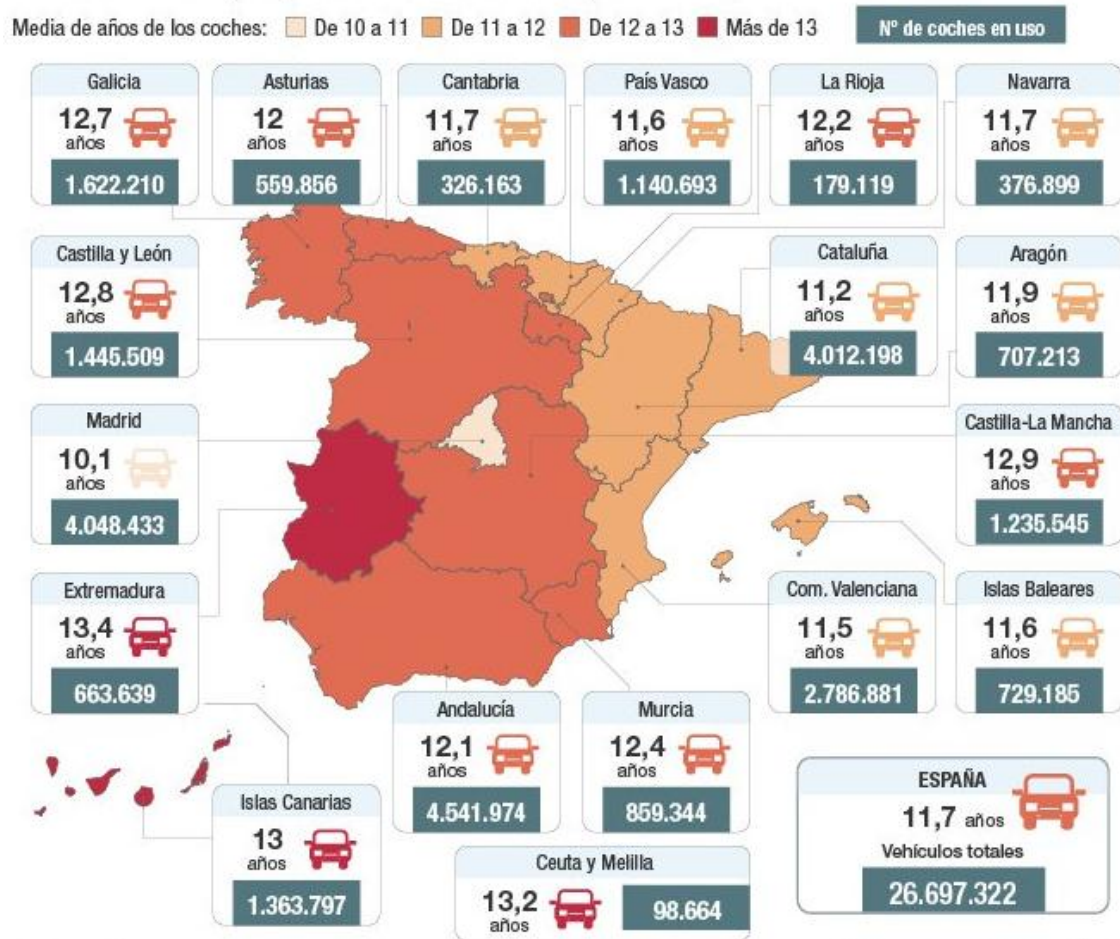


Imagen 1.1 Antigüedad media de los vehículos en circulación, según comunidades autónomas.

Teniendo en cuenta esta tendencia, no se puede esperar que el parque automovilístico se renueve en un corto plazo de tiempo, y menos aún cuando el país se encuentra con un gobierno en funciones, que no puede poner en marcha medidas para favorecer la venta de coches nuevos como el Plan PIVE. Esta previsión no hace sino ahondar en la idea de que hace falta un protocolo exigente con el control y mantenimiento de los vehículos. Tomando la cifra que se ha supuesto de coches en mal estado y teniendo presente que en cada automóvil como mínimo se encuentra una persona y que sólo hace falta un vehículo para ocasionar un accidente, la cifra potencial de heridos resultaría inaceptable, ya que en cada accidente hay riesgo de lesiones o muerte para un conductor o peatón. Todo ello sin contar con otro tipo de daños como la contaminación excesiva por parte de vehículos que no cumplen las normas sobre emisiones, o daños en infraestructuras debido a los accidentes de tráfico. Desgraciadamente, el porcentaje de automóviles que adolece de deficiencias en el estado o funcionamiento de sus sistemas es mucho mayor que el 1%, actualmente el porcentaje de vehículos no aptos para circular ronda el 20%. Sin embargo, viendo las

cosas desde otro punto de vista, podría llegar a atribuirse la causa de accidentes no sólo a la antigüedad del vehículo en cuestión, sino a la actitud del conductor en la carretera, la actitud del peatón, el estado de la vía, etcétera. Pero la influencia de estos factores queda rápidamente relegada a un segundo plano tras conocer que, según los datos de la Dirección General de Tráfico, la edad media de los automóviles involucrados en accidentes con víctimas era de 13,6 años. Como puede apreciarse, la antigüedad de un coche es un factor determinante según los datos de la DGT resumidos en la tabla 1.1, donde se expone la cantidad de vehículos implicados en accidentes según su antigüedad.

AÑOS TRANSCURRIDOS DESDE MATRICULACIÓN DEL VEHÍCULO	Accidentes
Menos de un año	1.860
Un año	2.735
Dos años	2.419
Tres años	2.975
Cuatro años	3.450
Cinco años	3.212
De 6 a 7 años	9.621
De 8 a 10 años	16.312
De 11 a 15 años	21.797
Más de 15 años	10.955
TOTAL	75.336

Tabla 1.1 Relación entre la antigüedad de los automóviles y los accidentes en los que se ven envueltos.

Como se puede observar, la mayor concentración de accidentes se encuentra en la franja de vehículos que superan los 8 años (49.064 accidentes), cuya probabilidad de verse involucrados en un accidente es prácticamente el doble que para los coches que no llegan a dicha edad (26.272 accidentes). Resulta llamativo que es justo a los 8 años cuando los automóviles comienzan a ser llamados a revisión anualmente. Si se analiza el gráfico correspondiente (imagen 1.2), se observa que el crecimiento de accidentes conforme a la antigüedad del vehículo parece coincidir con el aumento de la frecuencia de las inspecciones técnicas, que resulta ser de 4-2-2-1... años. Lo cual indica que las revisiones se hacen más necesarias cuanto más viejo sea el coche.

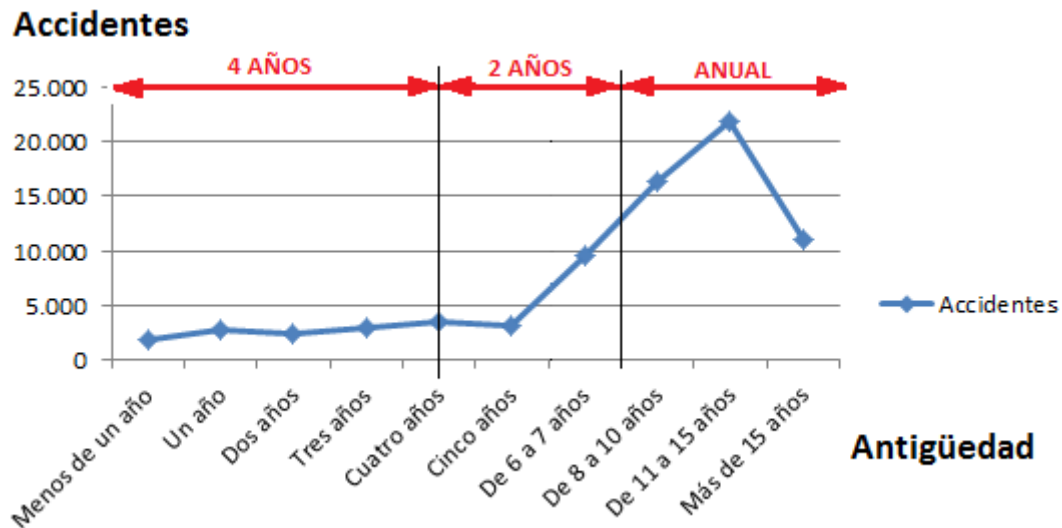


Imagen 1.2 En esta gráfica se puede observar cómo la frecuencia de revisión aumenta conforme la edad de los automóviles se torna más peligrosa.

En definitiva, parece imposible prescindir de un protocolo de verificaciones y controles sobre los vehículos. Este protocolo, dictado por el Ministerio de Industria, se lleva a cabo en centros específicos que cuentan con las instalaciones y el equipo necesario, las denominadas estaciones de inspección técnica de vehículos, o como comúnmente se las conoce, ITV (imagen 1.3).



Imagen 1.3 Señal de tráfico que indica la cercanía de un centro ITV.

Las ITV son el lugar para el cual se van a diseñar las verificaciones que dan nombre a este proyecto, es decir, son los receptores y beneficiarios del trabajo que aquí se expone.

## 1.2 ESTADO DE LA TÉCNICA

Actualmente las estaciones ITV controlan y testean multitud de sistemas, desde las emisiones del vehículo hasta el correcto funcionamiento de los sistemas de alumbrado, pasando por cinturones de seguridad, frenos, dirección, suspensión, ABS, airbag, etc. Pero la técnica avanza rápido y lo cierto es que hay algunos sistemas incluidos en los vehículos nuevos que no pueden ser revisados y controlados porque no existe todavía un procedimiento para ello o porque las estaciones no cuentan con un equipo capaz de realizar ese trabajo. Dichos sistemas deberán estar sujetos a inspección cuando su implantación en los automóviles sea general, por lo que es necesario solucionar esta cuestión. Ahí es donde tiene su objetivo este proyecto, definir unos métodos de comprobación para ciertos sistemas que precisan de un control dada su importancia en la conducción, seguridad o confort para el conductor y, que por lo tanto, redundan en seguridad para los pasajeros y el resto de los usuarios de las vías.

A la hora de abordar el problema, uno de los factores más importantes que se han de tener en cuenta es el lugar donde hay que solucionarlo. Las estaciones ITV son, mayoritariamente, naves industriales adaptadas al tránsito de automóviles con varios carriles o líneas, que son el recorrido que realizan los vehículos durante la inspección. A lo largo de ellas se van comprobando multitud de sistemas en diversas paradas durante el trayecto (imagen 1.4).



Imagen 1.4 La configuración en líneas de los centros ITV obliga a tener en cuenta ciertos aspectos.

Esta configuración limita en ciertos aspectos que no se pueden obviar, y son los siguientes:

**ESPACIO.** Las estaciones ITV no cuentan con pistas ni circuitos donde realizar pruebas dinámicas, es decir, en movimiento. Toda prueba que se efectúe a un vehículo debe ser en estático, a modo de parada, siguiendo el modelo que impera actualmente en estos centros. La sucesión de paradas forma la línea completa, de tal forma que cuando el automóvil llega al final, ha terminado su revisión. También hay que explorar la posibilidad de realizar varias comprobaciones dentro de la misma parada, aprovechando el equipo necesario que tengan en común, reduciendo así el número de interrupciones en el recorrido.

**CARRIL Y SENTIDO DE CIRCULACIÓN.** Cuando a un automóvil se le asigna una línea, permanece en ella hasta que finaliza por completo la inspección. Además, puede que tras de sí haya más vehículos que estén siendo inspeccionados, por lo que las pruebas no pueden conllevar tener que maniobrar con el coche, invadir otro carril o tener que dar marcha atrás para continuar hacia el siguiente test.

**TIEMPO.** En ocasiones, la afluencia de vehículos a los lugares de inspección puede ser masiva. Una estación ITV debe estar preparada para recibir y atender lo mejor y más rápidamente posible la demanda de inspecciones. Por ello, las verificaciones han de diseñarse pensando en una manera ágil de chequear todo lo que se requiere y en una rápida comprensión de la misma por parte del operario que ha de llevarla a cabo. Todo enfocado a evitar demoras innecesarias, ya que la configuración en líneas mencionada anteriormente, puede ocasionar que el retraso en la inspección de un solo coche se transforme en retraso en la inspección de muchos.

**SEGURIDAD.** A pesar de no tratarse de un taller propiamente dicho, las ITV son emplazamientos industriales, donde hay maquinaria o equipamiento común entre estos dos lugares (fosos, elevadores, frenómetros, etc.) que pueden resultar peligrosos y cuyo manejo debe ir siempre acompañado de las medidas de seguridad correspondientes, tanto para los operarios, que manejan dicha maquinaria durante gran número de horas, como para los usuarios, que normalmente cuentan con una zona de espera o un carril específico para ellos. Es decir, desarrollar un ensayo de ITV conlleva paralelamente pensar en la seguridad de las personas que lo realizan o que se encuentran próximos al lugar.

**ECONOMÍA.** La industria de las ITV está formada mayoritariamente por empresas privadas (hay casos en los que la estación pertenece al gobierno de la comunidad autónoma en la que se encuentra, pero su gestión suele ser igualmente privada). Por ello, una estación ITV debe ser un negocio rentable. En este trabajo, no se alcanza a tocar el tema de la gestión de una ITV, pero siempre se puede ayudar a que sea un negocio rentable exponiendo procedimientos eficientes, es decir, que cumplan su cometido ahorrando medios o utilizando equipamiento que ya se encuentre en las estaciones.



## *1.3 DESCRIPCIÓN*

### *1.3.1 Objetivos*

El objetivo de este proyecto es crear unos ensayos de comprobación para los nuevos sistemas de seguridad y confort incorporados en los vehículos que se venden en la actualidad. Estos procedimientos están destinados y pensados originalmente para estaciones de inspección técnica de vehículos, por lo que hay que tener en cuenta lo que esto conlleva. Entran a formar parte del problema factores como un espacio limitado o la rapidez en la comprobación para que la solución se adapte lo mejor posible a la situación que se tiene. Sobre todo, se busca realizar un trabajo del cual pueda nutrirse la industria para solucionar esta situación. Para ello, deben tenerse presentes los principios indicados en el Manual de Procedimiento de Inspección de las Estaciones ITV del Ministerio de Industria, alguno de los cuales cabe destacar, ya que estos pueden definir y acotar los objetivos y maneras de actuar:

- “3. Las comprobaciones durante el proceso de inspección deben ser lo más simples y directas posible”.
- “4. Durante el proceso de inspección no se efectuará desmontaje alguno de los elementos y piezas del vehículo”.
- “5. Los equipos y herramientas que se utilicen en la inspección serán los necesarios para la comprobación del sistema del vehículo de que se trate”.
- “6. La inspección técnica del vehículo deberá poder realizarse en un tiempo limitado”.
- “7. La inspección de un elemento, órgano o sistema no presupone que tenga que ser realizada por completo o en una sola operación parcial”.
- “8. En los casos en que sea necesario, la actuación para la comprobación de ciertos elementos, órganos o sistemas será realizada directamente por el personal técnico de la estación ITV en sustitución del conductor”.

Una vez se han definido algunas directrices, procede determinar cuáles son los sistemas que son objeto de este proyecto. Concretamente, este trabajo se va a encargar de establecer, para vehículos de categoría M1 (turismos), los procedimientos de control y verificación para los sistemas de seguridad indicados en los artículos 9, 10 y 11 del REGLAMENTO (CE) Nº 661/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 13 de julio de 2009, que se relatan a continuación:

➤ Artículo 9: Sistemas de control de la presión de los neumáticos:

“2. Los vehículos estarán equipados con un sistema exacto de control de la presión de los neumáticos capaz de emitir, cuando sea necesario, una advertencia al conductor en el interior del vehículo en caso de que se produzca una pérdida de presión en cualquier neumático, en beneficio de un óptimo consumo de combustible y de la seguridad vial [...]”

➔ El artículo 9 se refiere al Sistema de control de la presión de los neumáticos (Tyre Pressure Monitoring System o TPMS).

➤ Artículo 10: Sistemas avanzados de los vehículos:

“1. [...] los vehículos estarán equipados con un sistema avanzado de frenado de emergencia que cumplirá los requisitos establecidos en el presente Reglamento y en sus medidas de aplicación.”

➔ El apartado 1 del artículo 10 hace referencia al Sistema de ayuda a la frenada de emergencia (Brake Assist System o BAS).

“2. [...] los vehículos estarán equipados con un sistema de advertencia de abandono del carril que cumplirá los requisitos establecidos en el presente Reglamento y en sus medidas de aplicación.”

➔ El apartado 2 del artículo 10 describe el Sistema de alerta ante el cambio involuntario de carril (Lane Departure Warning system o LDW)

➤ Artículo 11: Indicadores de cambio de velocidad (marcha):

“Los vehículos [...] estarán equipados con indicadores de cambio de velocidad, de conformidad con los requisitos del presente Reglamento y sus medidas de aplicación.”

➔ El artículo 11 menciona el Sistema indicador de cambio de velocidad (Gear Shift Indicator o GSI)

Por lo tanto, los sistemas que son objeto de estudio en este documento son los siguientes:

- Sistema de control de la presión de los neumáticos (TPMS)
- Sistema de ayuda a la frenada de emergencia (BAS)

- Sistema de alerta ante el cambio involuntario de carril (LDW)
- Sistema indicador de cambio de velocidad (GSI)

### 1.3.2 Datos

En este apartado se va a explicar cómo funcionan los cuatro sistemas que son objeto de este trabajo, ya que es imprescindible su comprensión para poder evaluarlos y deducir posibles fallos.

#### ▪ *SISTEMA DE CONTROL DE LA PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS (TPMS)*

Los neumáticos son uno de los sistemas del coche que más importancia tiene en la seguridad. Circular con una presión adecuada favorecerá una óptima respuesta dinámica del vehículo, tanto en frenadas como en cambios de dirección, estabilidad, ruidos, consumo de combustible, etc. Además, llevar siempre los neumáticos con una presión adecuada evita que se degraden irregularmente y ayuda a que su vida útil sea mayor (una presión 0,3 bar por debajo de la especificada puede reducir la vida útil hasta un 25 %). Esto puede ahorrarle al dueño del vehículo un informe negativo a la hora de llevar el coche a una estación ITV.

El sistema de control de la presión de los neumáticos es un elemento de seguridad activa y se encarga de avisar al conductor cuando las ruedas circulan con una presión incorrecta. Hay que destacar que el sistema avisa por presión insuficiente del neumático, no por presión excesiva. Es decir, se activa cuando se sobrepasa un límite mínimo.

En este punto, hay que diferenciar entre los dos tipos de sistemas TPMS que actualmente existen; directos e indirectos.

#### ➤ Sistemas de control directos:

Los sistemas directos son los más avanzados, llevan un sensor en cada rueda integrado en la válvula del neumático (imagen 1.5). Cada sensor tiene su propia batería y un emisor. Este sensor se encarga de chequear si la presión desciende de un valor previamente memorizado. Si esto ocurre, el sensor transmite una señal vía ondas de radio a una centralita, y el conductor recibe una alerta en el cuadro de instrumentos (imagen 1.6). Los sistemas directos tienen la ventaja de que pueden medir la presión

de forma independiente en cada rueda, incluyendo la de repuesto, y avisan aunque el vehículo esté parado.



Imagen 1.5 Sensor del sistema TPMS directo.



Imagen 1.6 Tipo de aviso de un sistema TPMS directo.

➤ Sistemas de control indirectos:

Los sistemas indirectos utilizan los sensores de los sistemas de antibloqueo de frenos ABS y control de estabilidad ESP. Este sistema actúa comparando la velocidad de giro de las ruedas. Cuando una rueda tiene una presión inferior a las demás (las cuales, teóricamente están dentro del rango de presión recomendable), dicha rueda tiene un diámetro menor que el resto y, por lo tanto, gira más deprisa. Al detectar una velocidad de giro mayor, el sistema interpreta que tiene una presión insuficiente y avisa al conductor. A diferencia de lo que sucede con el sistema directo, éste no

diferencia qué rueda tiene una presión deficiente (imagen 1.7). Además, este sistema es menos preciso y tarda más en detectar las pequeñas pérdidas de presión.



Imagen 1.7 Tipo de aviso de un sistema TPMS indirecto.

Se han de tener en cuenta las pequeñas diferencias en el funcionamiento de ambos sistemas a la hora de realizar el ensayo adecuado para cada uno.

#### ▪ *SISTEMA DE AYUDA A LA FRENADA DE EMERGENCIA (BAS)*

Los frenos del vehículo son un sistema eficaz para reducir la velocidad pero, en ocasiones, no se utilizan como debiera ser. Mercedes-Benz comprobó mediante un estudio que ante una frenada de emergencia, la primera reacción del conductor es frenar menos de lo que es capaz, e ir aumentando la presión sobre el pedal del freno a medida que el impacto se acerca. Esto produce un aumento de la distancia de frenado, y por lo tanto, un uso alejado del óptimo del sistema de frenos.

El BAS es un sistema que detecta cuándo se está produciendo una frenada de emergencia y, en el caso de que no se esté frenando con toda la fuerza posible, el sistema la aplica aunque el conductor no lo esté haciendo. De esta manera, la distancia de frenado se ajusta a la mínima posible, reduciendo más aún la posibilidad de impacto contra otro vehículo o contra peatones. En la imagen 1.8 se representan casos de frenada con y sin BAS.

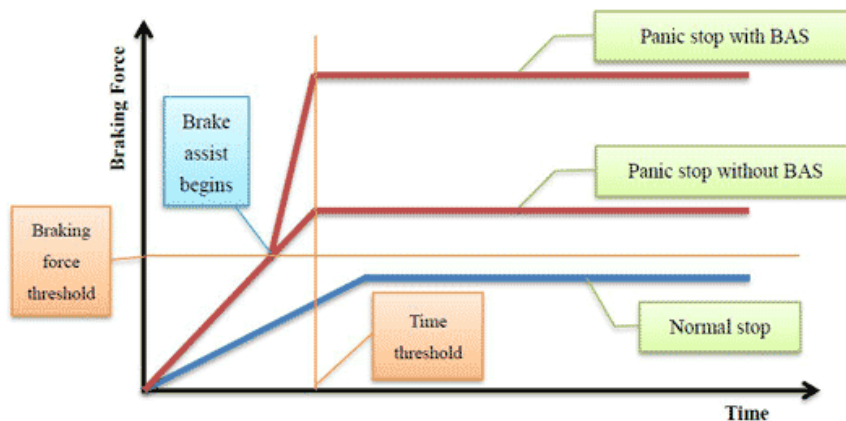


Imagen 1.8 En esta gráfica se aprecia la diferencia entre una frenada con sistema BAS y otras sin él.

Para saber cuándo se encuentra el vehículo ante una frenada de emergencia, el BAS mide la velocidad con la que se suelta el acelerador para pisar el freno y la intensidad con la que se pisa este último.

#### ▪ *SISTEMA DE ALERTA ANTE EL CAMBIO INVOLUNTARIO DE CARRIL (LDW)*

Las salidas involuntarias de carril son una causa de accidente muy común, tanto, que se estima que alrededor del 10% de accidentes en España los provocan invasiones de carril no deseadas, causadas por el cansancio y la distracción. En este tipo de accidentes mueren al año unas 500 personas y resultan heridas graves unas 2500.

El sistema de alerta ante el cambio involuntario de carril avisa al conductor cuando está a punto de producirse dicha situación, provocando una reacción inmediata en éste, que de inmediato devuelve al vehículo a una trayectoria correcta dentro de su carril.

Existen tres tipos de sistemas; la detección por sensores de infrarrojos, el análisis de trayectoria mediante visión artificial (cámara) y el escáner láser. Los dos últimos sistemas utilizan métodos diferentes para el análisis, pero su fundamento básico es muy similar. Además, el escáner láser conlleva un alto coste, siendo el sistema de detección por infrarrojos y el de visión artificial los más populares, por lo que se pasa a explicar ambos a continuación.

➤ Detección por sensores de infrarrojos:

El vehículo cuenta con unos sensores IR repartidos por la parte inferior del paragolpes delantero (imagen 1.9). Estos sensores emiten un haz de luz infrarroja que al incidir sobre el color negro del asfalto, no regresa al sensor, lo que no provoca reacción en éste. Cuando un sensor está sobre una marca vial (en este caso una línea delimitadora de carril), el haz de luz se refleja sobre el color blanco y regresa al sensor, el cual emite una señal y se interpreta como una situación límite antes de un abandono involuntario del carril. Es entonces cuando el sistema avisa al conductor, normalmente con una señal acústica, aunque también puede ser una señal en forma de vibración en el asiento o el volante.

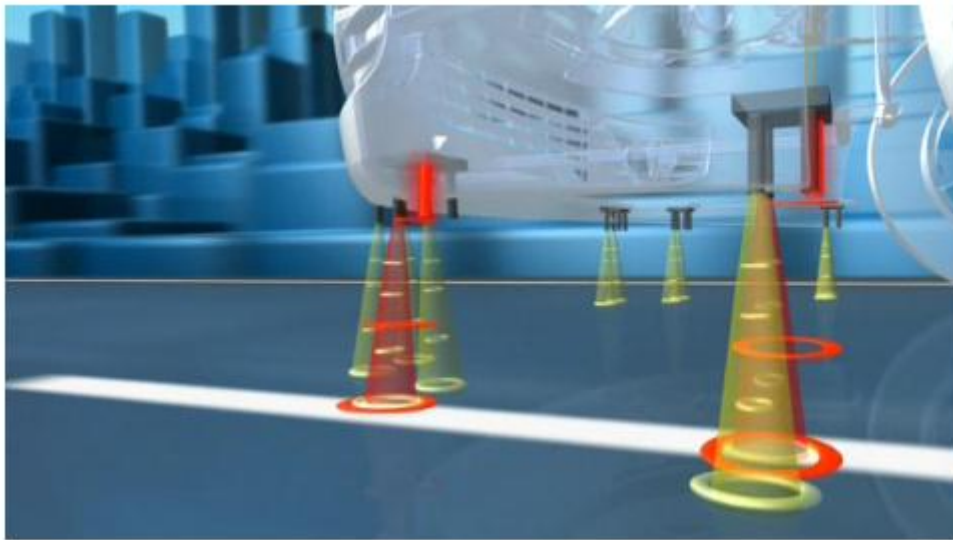


Imagen 1.9 Sensores infrarrojos alojados en la parte inferior del paragolpes delantero.

Entre las ventajas de este sistema se encuentran su sencillez y su bajo coste, así como su funcionamiento en situaciones de visibilidad reducida, en las cuales su funcionamiento no se ve demasiado alterado. Por el contrario, este sistema puede resultar un tanto simple, ya que no predice la trayectoria y nos avisa cuando la salida del carril es prácticamente un hecho. Además, el sistema puede confundir las líneas delimitadoras de carril con otros tipos de señalización horizontal, pudiendo crear falsas alarmas.

➤ Visión artificial (análisis mediante cámara):

En este caso el análisis lo realiza una cámara, generalmente ubicada tras el parabrisas delantero delante del retrovisor interior. Este sistema analiza continuamente la trayectoria del vehículo dentro del carril (imagen 1.10), prediciendo una posible salida

del mismo con cierta antelación. El alcance de la cámara puede llegar a ser de 200 metros en casos en los que la carretera esté libre de vehículos.

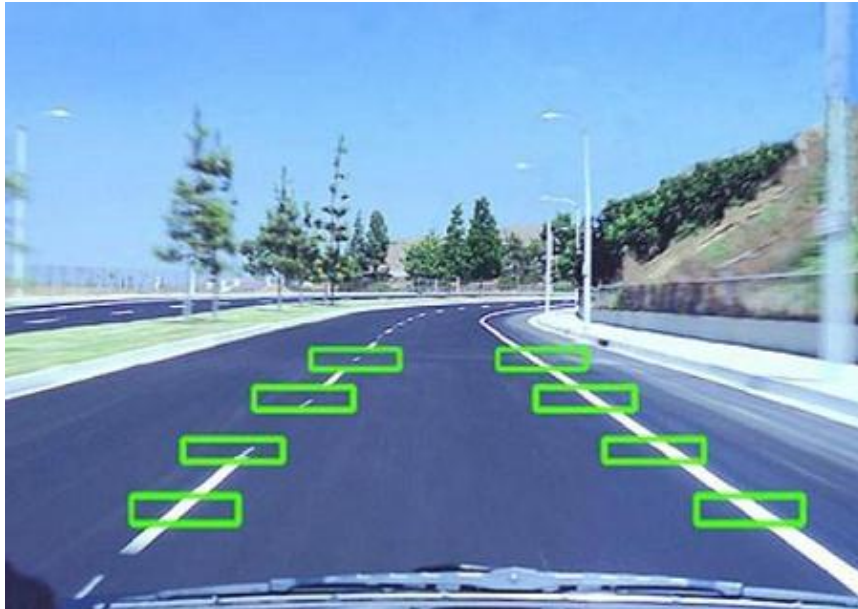


Imagen 1.10 Funcionamiento del análisis mediante cámara.

La mayor ventaja de este sistema es la predicción de la trayectoria, de tal forma que el sistema avisa cuando todavía hay cierto margen de corrección antes de invadir el carril contiguo, además de la distinción entre diversos tipos de señalización horizontal, evitando así que el sistema haga una falsa alarma. Como desventajas, este sistema puede fallar en situaciones de visibilidad reducida, donde la niebla, la lluvia o la nieve pueden impedir una correcta visión o localización de las líneas que definen el carril. También puede tener un funcionamiento incorrecto en curvas, donde resulta más complejo el análisis entre el carril y la trayectoria del coche. Además cuenta con un coste mayor.

Se deduce, por lo tanto, que para los sistemas LDW habrá que diseñar dos protocolos diferentes de comprobación, debido a que su fundamento es muy diferente y no se podrían unificar los pasos necesarios en un único procedimiento. El sistema que funciona mediante escáner láser queda fuera de este trabajo debido a su escasísima implantación, ocasionada por un coste sobredimensionado del mismo.



### ▪ *INDICADOR DE CAMBIO DE VELOCIDAD (GSI)*

El momento del cambio de marcha en cualquier vehículo es un factor a tener en cuenta a la hora de ahorrar combustible, reducir las emisiones, realizar una conducción suave y cómoda y cuidar el motor y la transmisión del coche. Es por esto que, en el momento actual, los fabricantes dotan a sus vehículos de un indicador de cambio de marcha a modo de sugerencia para buscar, sobre todo, un uso eficiente del combustible.

El sistema de gestión digital del motor controla la situación de conducción y el régimen de giro del motor para calcular la marcha que resulte más eficiente, es decir, tiene en cuenta ambos factores a la hora de alertar. Por ejemplo, si se hace un uso normal del acelerador y se pudiera conseguir una mayor eficiencia con una marcha más larga que reduzca el régimen de giro, el sistema lo hará saber mediante una señal luminosa en el cuadro de luces (imagen 1.11). Pero si se acelera a fondo, el sistema entiende que el conductor se encuentra en una situación que requiere una gran parte de la potencia del motor, por lo que dejaría que el motor alcance un régimen más alto antes de recomendar el cambio de marcha. Dentro de la situación de conducción, también analiza la velocidad, un parámetro que también influye en el comportamiento del sistema GSI.



Imagen 1.11 Tipo de aviso de un sistema GSI, en el que se sugiere cambiar a tercera velocidad.

### *1.3.3 Algoritmos (Procedimientos)*

A continuación, se van a presentar los algoritmos correspondientes a cada uno de los procedimientos de comprobación creados en este trabajo. En ellos se explica el planteamiento seguido para llevarlo a cabo, el equipo necesario, la cantidad de operarios requeridos, los pasos a seguir y el diagrama de flujo del ensayo, aportando

con este último una explicación diferente y más gráfica de entender la mecánica del test.

Los resultados que arrojan estas verificaciones son un indicador del funcionamiento del sistema que se está analizando, los cuales pueden ser:

- CORRECTO/SISTEMA OK: El funcionamiento del sistema es el idóneo y desempeña su función perfectamente.
- FALLO LEVE: El funcionamiento del sistema no es óptimo pero es lo suficientemente bueno como para que realice su función básica.
- FALLO GRAVE: El sistema no funciona correctamente y no puede realizar la función que tiene como fin.

Cabe hacer una aclaración en este punto. La obtención de un veredicto de fallo grave en un sistema no tiene por qué conllevar un resultado desfavorable en la inspección técnica global del vehículo. Es competencia del Ministerio de Industria valorar qué sistemas deben funcionar en óptimas condiciones para que un automóvil tenga permitido circular. De esta forma uno de ellos puede obtener una calificación de fallo grave en su desempeño pero no acarrear una suspensión en el permiso de circulación, lo cual podría ocurrir si dicho sistema tiene una influencia o importancia bajas en la conducción y en la circulación.

#### ■ *PROCEDIMIENTO PARA SISTEMA DE CONTROL DE LA PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS (TPMS)*

##### ➤ Sistema de control DIRECTO

Los sensores son propios del sistema, con baterías independientes cada uno. Funciona en estático y diferencia entre las 5 ruedas.

Para este procedimiento, el planteamiento es realizar bajadas de presión controladas sobre cada uno de los neumáticos\* y comprobar si el sistema avisa adecuadamente al conductor y en el momento adecuado.

\*: Comprobar solamente uno de los neumáticos ya mostraría si el sistema funciona o no, pero comprobando todos se asegura que no hay ningún problema en cada uno de los sensores, como pueden ser la batería o la calibración.

El poste de aire (y agua) utilizado es digital, tanto para el ensayo del sistema directo como para el indirecto. Su funcionamiento reduce considerablemente el tiempo del proceso de cambiar las presiones de cada neumático, ya que es posible seleccionar un valor determinado y una vez la toma de aire se conecte a la válvula del neumático, el poste se encarga de establecer esa presión automáticamente. Además cuenta con una señal acústica por si no es posible ver el display. La disposición del ensayo se ve en la imagen 1.12.



Imagen 1.12 El coche se coloca próximo al poste de aire para tener acceso a todas las ruedas.

#### **EQUIPO NECESARIO:**

- Poste de aire (compresor + manómetro).

#### **OPERARIOS REQUERIDOS:**

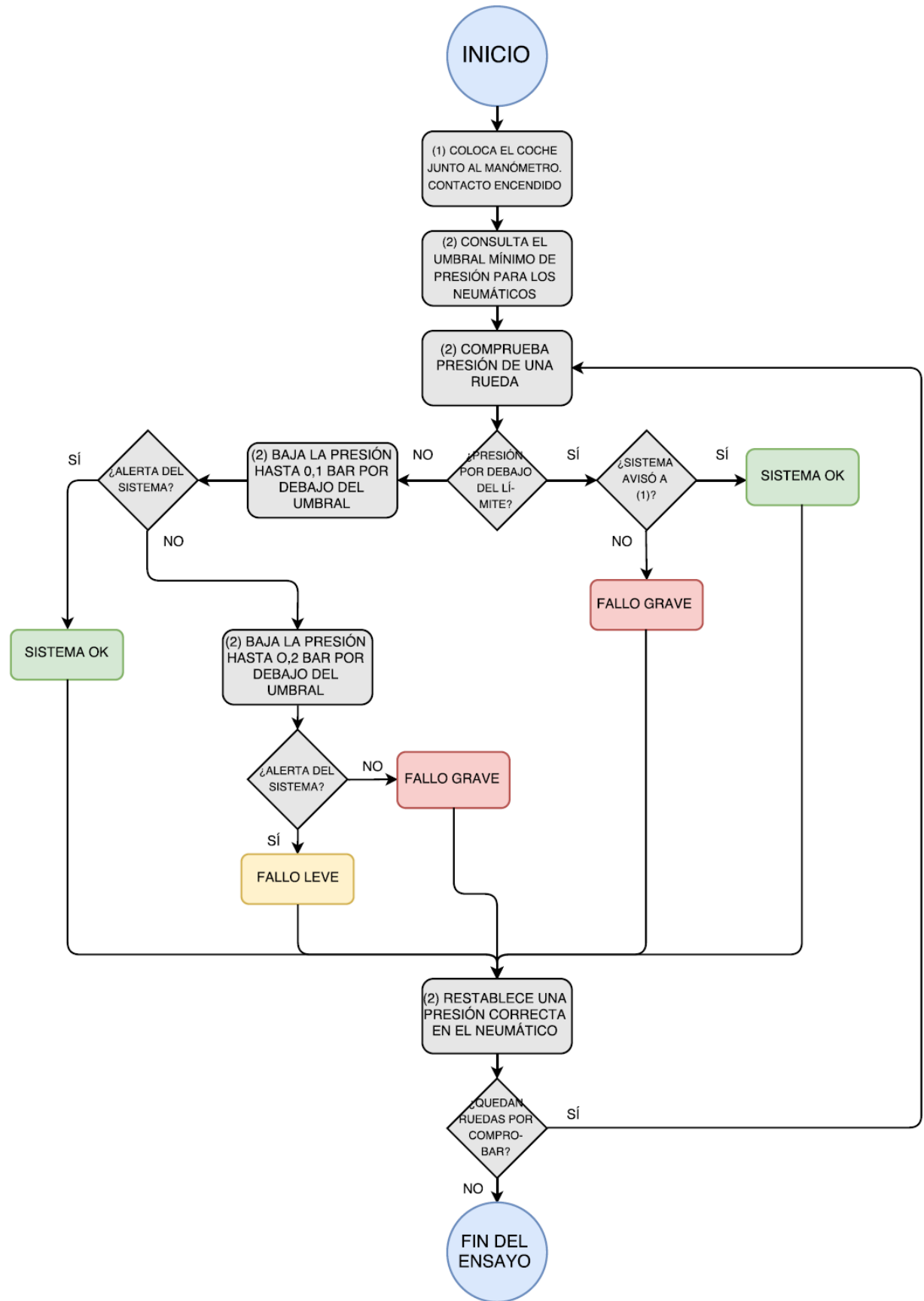
2

#### **PROCEDIMIENTO:**

1. Un operario se sitúa en el puesto de conducción del vehículo (de ahora en adelante conocido como (1)), el otro manejará el equipo exterior al coche (de ahora en adelante conocido como (2)).
2. (1) sitúa el vehículo cerca del manómetro, de tal forma que se puedan comprobar todas las ruedas del vehículo. Se puede apagar el motor, pero es necesario mantener el contacto puesto.

3. (2) consulta los valores de presión que según el fabricante del vehículo deben hacer que el sistema se active.
4. (2) comprueba la presión de un neumático. Si la presión está por debajo del umbral → Paso 5. Si está por encima (presión OK) → Paso 6.
5. Si el sistema avisó a (1) → SISTEMA OK. Si el sistema no avisó a (1) → FALLO GRAVE. → Paso 9.
6. (2) baja la presión usando el manómetro hasta un valor 0,1 bar por debajo del umbral para comprobar si el sistema avisa a (1). Si hay alerta del sistema → Paso 7. Si no hay alerta → Paso 8.
7. SISTEMA OK. (2) Anota la presión que hizo activarse al sistema. Test terminado para ese neumático. → Paso 9.
8. (2) baja la presión hasta un valor 0,2 bar por debajo del umbral para comprobar si el sistema avisa a (1). Si avisa → FALLO LEVE. (2) anota la presión de activación. Si no avisa → FALLO GRAVE. Test terminado para ese neumático.
9. (2) restablece la presión del neumático.
10. Si quedan ruedas por comprobar → Paso 4. Si no → Paso 11.
11. Fin del ensayo.

DIAGRAMA DE FLUJO:



➤ Sistema de control INDIRECTO

Utiliza los sensores de los sistemas ABS y ESP. Detecta ruedas que giran con diferente velocidad respecto a otras, debido al cambio en el diámetro causado por la pérdida de presión. No distingue qué rueda es.

El planteamiento para este ensayo resulta diferente, ya que con el TPMS indirecto es más complicada la obtención de una respuesta por parte del sistema. Esto sucede por el hecho de que para decidir que una rueda cuenta con un déficit de presión, el sistema la compara con todas las demás mientras se circula. Es decir, las cuatro ruedas deben girar a la misma velocidad (lineal) para que el sistema pueda analizar cuál tiene un mayor giro (velocidad angular). Esta circunstancia se va a resolver mediante un banco de rodillos con cinta. Se trata de un banco de dimensiones tales que es capaz de acoger ambos ejes del coche, y cuyos rodillos se encuentran envueltos por una cinta que consigue que todos giren en el mismo sentido y con la misma velocidad. De esta forma se consigue que el desplazamiento provocado por las ruedas motrices, se traslade a las ruedas que no tienen transmisión (imagen 1.13). Utilizando un símil, es como si el coche se encontrase en una máquina de gimnasio donde una persona corre sin moverse del sitio. Esto permite simular la circulación totalmente en estático. El banco dispone de freno para facilitar la entrada y salida del vehículo.



Imagen 1.13 Representación de cómo la cinta transmite el movimiento de un eje a otro

**EQUIPO NECESARIO:**

- Banco de rodillos con cinta, bloqueable mediante freno.
- Poste de aire (compresor + manómetro).

**OPERARIOS REQUERIDOS:**

2

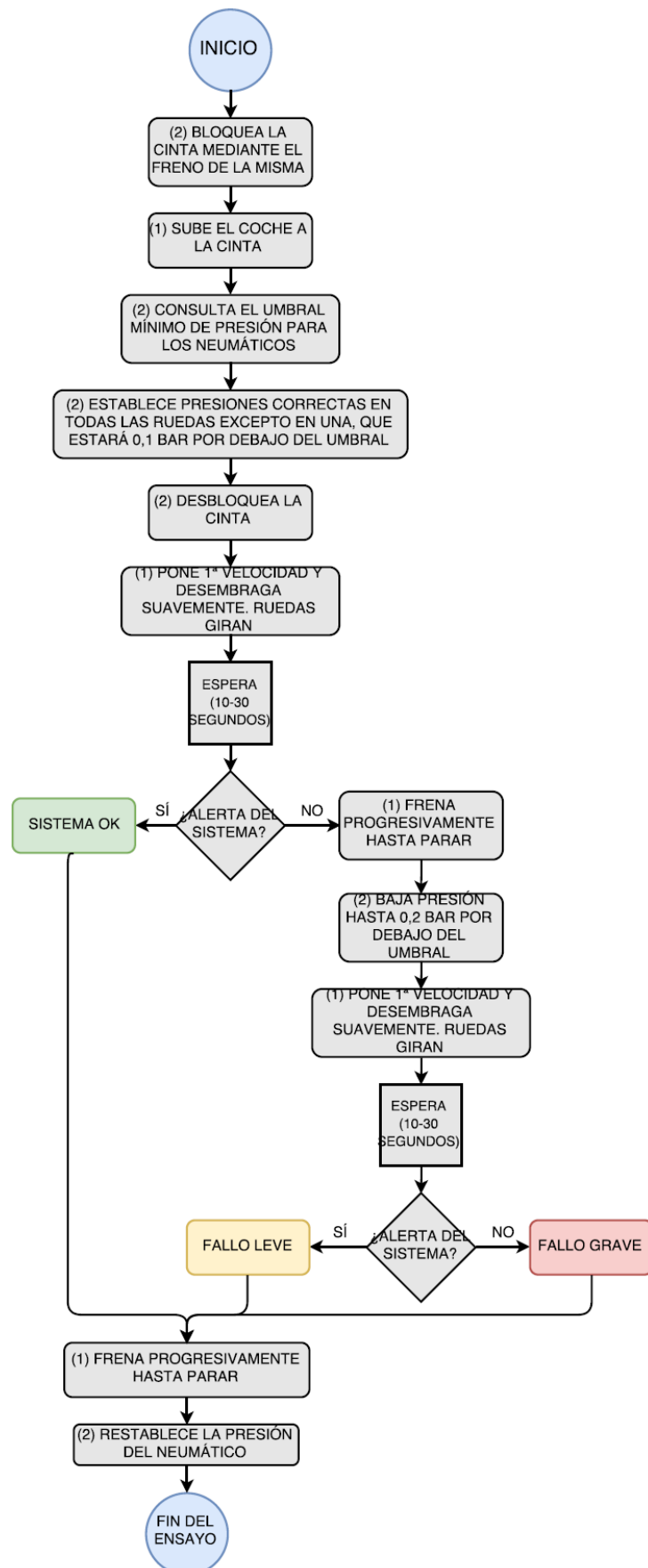
**PROCEDIMIENTO:**

1. Un operario se sitúa en el puesto de conducción del vehículo (de ahora en adelante conocido como (1)), el otro manejará el equipo exterior al coche (de ahora en adelante conocido como (2)).
2. (2) bloquea la cinta mediante freno.
3. (1) sube el coche a la cinta.
4. (2) consulta el valor de la presión que según el fabricante hará que el sistema se active.
5. (2) establece presiones correctas en todas las ruedas del vehículo excepto en una, en ésta disminuirá la presión mediante el manómetro hasta llegar a un valor de presión de 0,1 bar por debajo del umbral.
6. (2) desactiva el freno de la cinta.
7. (1) engrana la primera velocidad y suelta el embrague progresivamente, de forma que las ruedas comienzan su giro mientras el vehículo permanece en estático. Esperar la reacción del sistema (10 – 30 segundos).
8. (1) frena progresivamente hasta parar. Si en ese intervalo de tiempo el sistema avisó a (1) de una presión inadecuada → Paso 9. Si no avisa → Paso 10.
9. SISTEMA OK. → Paso 13.
10. (2) disminuye la presión del neumático hasta un valor de 0,2 bar por debajo del umbral.
11. (1) engrana la primera velocidad y suelta el embrague progresivamente, de forma que las ruedas comienzan su giro mientras el vehículo permanece en estático. Esperar la reacción del sistema (10 – 30 segundos).

12. (1) frena progresivamente hasta parar. Si con el nuevo valor de presión el sistema ya avisa a (1) → FALLO LEVE. Si no alerta → FALLO GRAVE.
13. (2) restablece la presión del neumático y activa el freno de la cinta.
14. Fin del ensayo.



## DIAGRAMA DE FLUJO:



- **PROCEDIMIENTO PARA EL SISTEMA DE FRENADO DE EMERGENCIA (BAS)**

El planteamiento de esta verificación consiste en encontrar un instrumento de análisis que permita ver los resultados de manera gráfica tras la prueba de frenos para una posterior interpretación. En este caso, un frenómetro con capacidad de mostrar en pantalla la evolución de la fuerza de frenado a lo largo del ensayo (imagen 1.14). El software del frenómetro almacena los datos de cuantos intentos se realicen y los muestra en pantalla cuando el operario lo requiera (imagen 1.15).



Imagen 1.14 Disposición del vehículo para comprobar el eje delantero en el ensayo BAS.



Imagen 1.15 Ejemplo de gráfica que otorga el software del frenómetro.

Pese a que el BAS actúa sobre la presión del circuito de frenos, la fuerza de frenado es un indicador proporcional del comportamiento de la presión en el sistema, como se demuestra a continuación:

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{F}{P} = A$$

Donde el área (A) no cambia a lo largo de todo el ensayo (se tome como área la del pistón sobre la pastilla, la de la pastilla sobre el disco, la sección del conducto de frenos...) y que, por tanto, es la constante de proporcionalidad entre la fuerza de frenado (F), que es el valor que aporta el frenómetro, y la presión del circuito de frenos (P), que es donde actúa el BAS.

Por lo tanto, tras realizar el ensayo, ha de procederse al análisis de la gráfica que aporta el frenómetro. Se puede tener un concepto previo de cómo debe ser aproximadamente dicha gráfica (imagen 1.16) y de cuál sería una gráfica correspondiente a un sistema cuyo BAS no ha funcionado (imagen 1.17).

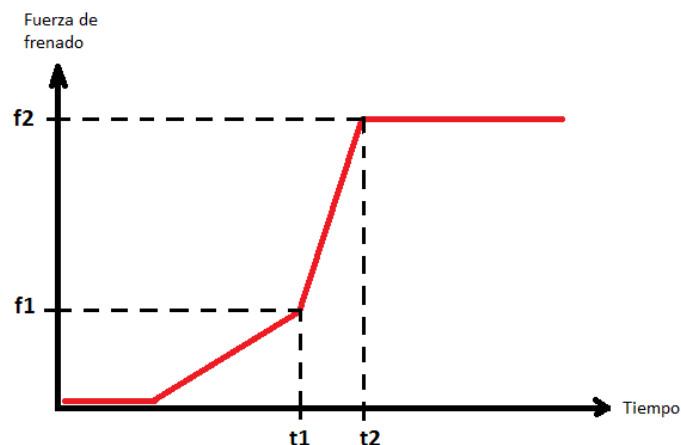


Imagen 1.16 Gráfica del ensayo para un vehículo que utiliza el sistema BAS

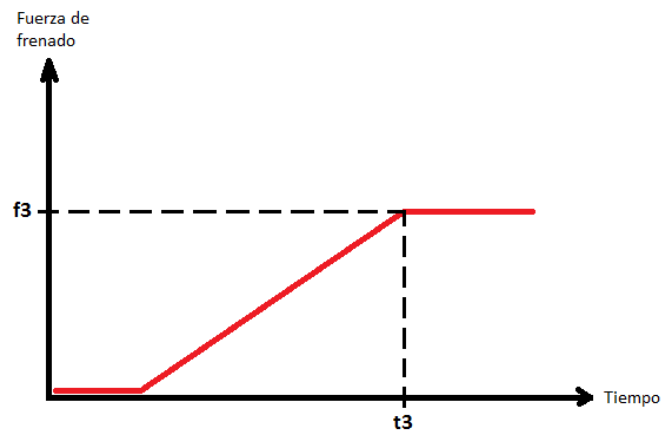


Imagen 1.17 Gráfica del ensayo para un vehículo que NO utiliza el sistema BAS

Comparando ambas gráficas, se ve a simple vista que la fuerza de frenado máxima es mayor cuando el sistema de frenos está dotado del sistema BAS ( $f_2$ ) que cuando no lo está ( $f_3$ ). Además, el tiempo que se tarda en alcanzar esa fuerza máxima de frenado, es menor en el primer caso ( $t_2$ ) que en el segundo ( $t_3$ ).

#### **EQUIPO NECESARIO:**

- Frenómetro con software adaptado para mostrar gráficamente los ensayos.

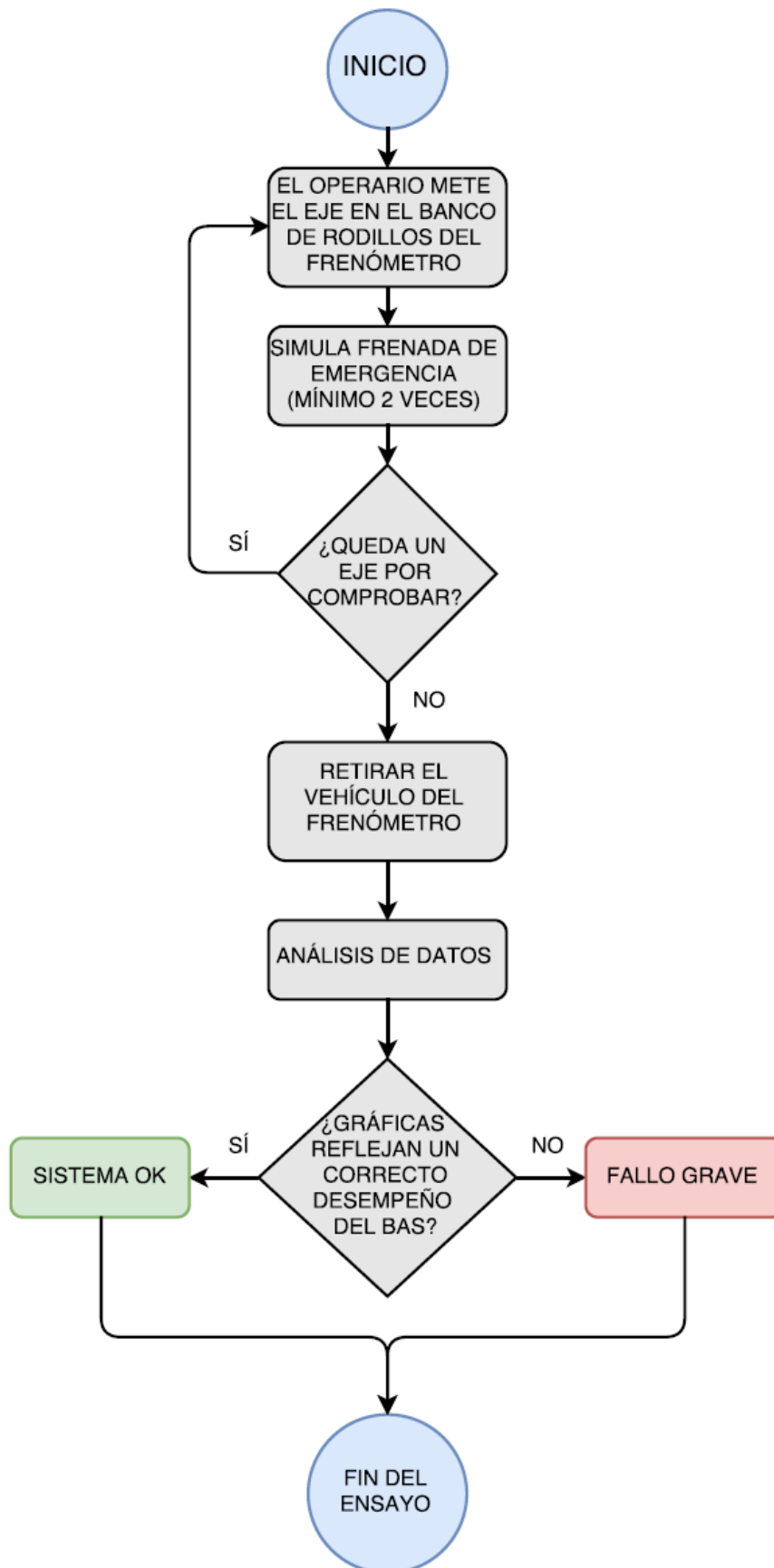
#### **OPERARIOS REQUERIDOS:**

1

#### **PROCEDIMIENTO:**

1. El operario, que realizará todo el ensayo desde el puesto de conducción del coche, coloca el eje delantero en el banco de rodillos del frenómetro. Los rodillos de éste comienzan a girar cuando se sitúa un eje sobre ellos.
2. Simular una frenada de emergencia. Se realizarán al menos 2 simulaciones para asegurarnos un intento válido. El movimiento del pie derecho debe ser rápido desde el acelerador (pisar ligeramente, a punta de gas) hasta el freno (pisar firmemente).
3. Repetir pasos 1 y 2 para el eje trasero.
4. Retirar el vehículo del frenómetro.
5. Análisis de datos obtenidos. Las gráficas obtenidas deben mostrar un aumento instantáneo de la fuerza de frenado adicional a la que ejerce el conductor para considerar un correcto funcionamiento del BAS.
6. Si las gráficas revelan un correcto desempeño del BAS → SISTEMA OK. Si no muestran el comportamiento esperado de la fuerza de frenado → FALLO GRAVE.
7. Fin del ensayo

**DIAGRAMA DE FLUJO:**



- *PROCEDIMIENTO PARA EL SISTEMA DE ALERTA ANTE EL CAMBIO INVOLUNTARIO DE CARRIL (LDW)*

- Sistema por sensores de INFRARROJOS

La propuesta para este ensayo consiste en “mover” el carril bajo el coche, simulando una salida del carril, para provocar que el sistema reaccione y poder, de este modo, comprobar su funcionamiento. Se hará desplazando a ras de suelo una placa situada bajo el morro del vehículo, la cual tiene pintadas las marcas viales que delimitan un carril de carretera. Para moverla, se va a utilizar un circuito neumático diseñado específicamente para este caso, el cual se muestra detalladamente en el apartado *Planos* de este documento.

Sin embargo, no sólo basta con eso. Los sistemas de alerta ante el cambio de carril funcionan únicamente cuando el automóvil se mueve a una velocidad que, según cada fabricante, oscila entre sesenta y ochenta kilómetros por hora. El problema es que, como se comentó cuando se analizaron las condiciones de un centro ITV, no se dispone de espacio para realizar pruebas dinámicas en circuito o pista. Este factor obliga a “engañar” al vehículo, de tal forma que para su centralita, el coche se encuentre circulando en las condiciones necesarias para que el LDW se active. Esto se conseguirá elevando el vehículo con un elevador de tijera-pantógrafo. Estos elevadores sujetan el automóvil por sus bajos, dejando a las ruedas libres de cualquier oposición al movimiento (imagen 1.18). Es entonces cuando un operario, desde el puesto de conducción, acelera y, usando las distintas velocidades, dota a las ruedas del giro que tendrían si el coche estuviera circulando a la velocidad requerida. Ahora, se dan todas las condiciones para que el sistema LDW responda cuando el operario que maneja el carril móvil lo active (imagen 1.19)



Imagen 1.18 El elevador de tijera permite que las ruedas queden libres al elevar el vehículo.

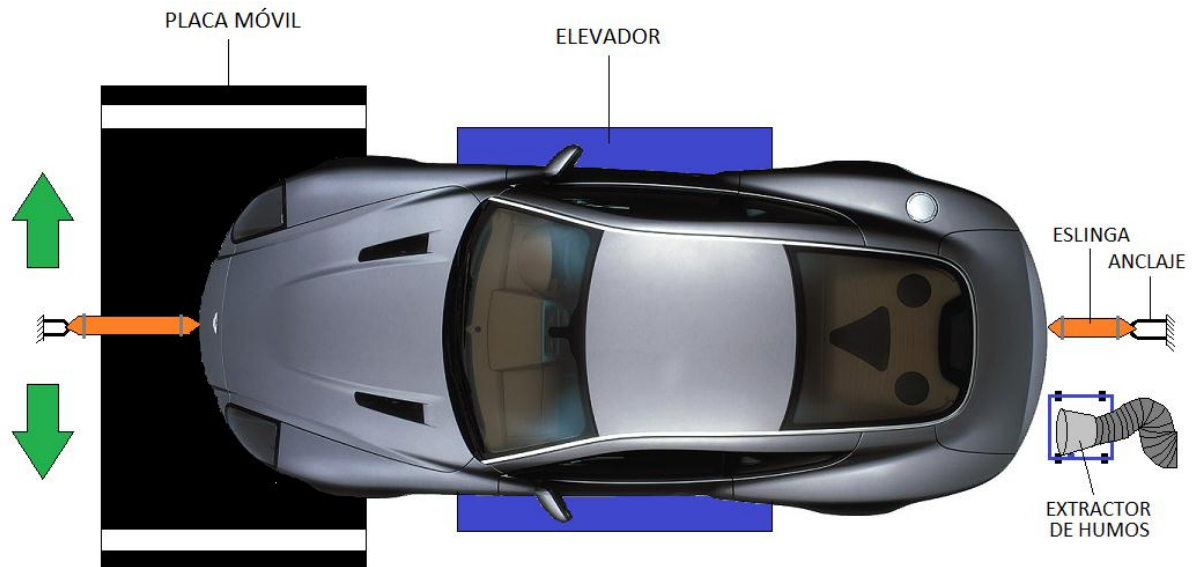


Imagen 1.19 Planta del ensayo LDW por INFRARROJOS.

Pese a que situar el coche en un elevador no es una circunstancia peligrosa si todo se realiza conforme a las indicaciones pertinentes, no es usual que dentro de éste haya una persona, y menos aún, que se acelere el motor y giren las ruedas hasta una velocidad tan elevada, lo que va a ocasionar vibraciones que en otro caso no habría. Por ello, se tomarán medidas de seguridad extra, las cuales se detallan en el *Pliego de condiciones* de este documento.

Al terminar, el vehículo retoma contacto con el suelo, y puede proseguir su inspección circulando sobre la placa de acero hasta la siguiente parada.

#### **EQUIPO NECESARIO:**

- Instalación de placa deslizante en el suelo, accionada mediante circuito neumático y con control electrónico. La placa tiene pintadas las marcas viales que simulan un carril de carretera.
- Elevador de tijera-pantógrafo
- Extractor de humos
- Instalación de anclajes en suelo para realizar la sujeción vehículo-tierra
- Eslingas planas (dos unidades)

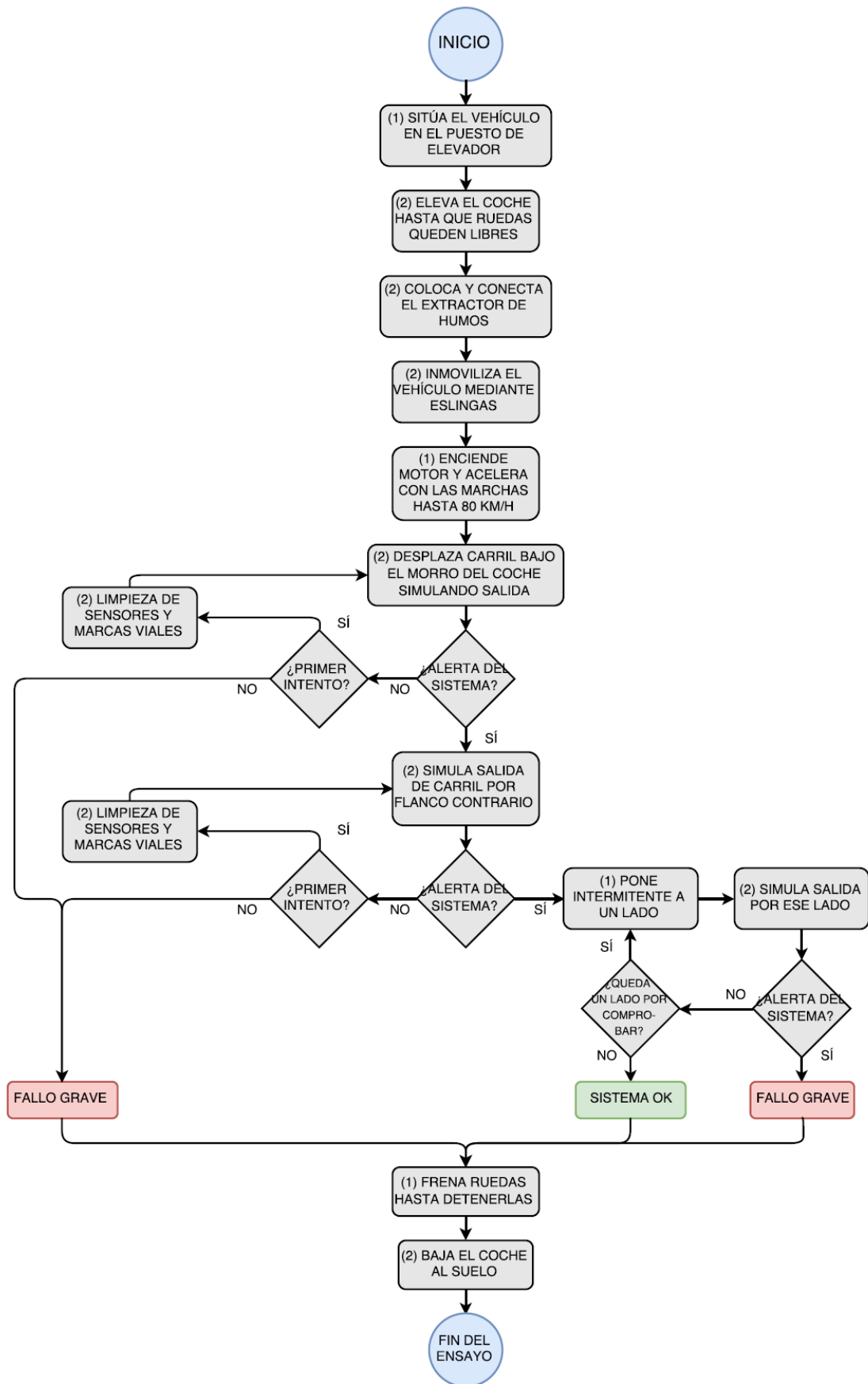
#### **OPERARIOS REQUERIDOS:**

## PROCEDIMIENTO:

1. Un operario se sitúa en el puesto de conducción del vehículo (de ahora en adelante conocido como (1)), el otro manejará el equipo exterior al coche (de ahora en adelante conocido como (2)).
2. (1) sitúa el coche sobre el elevador.
3. (2) eleva el vehículo una altura suficiente que garantice que los neumáticos no estarán en contacto con el suelo. La placa móvil ahora se encuentra bajo el morro del coche.
4. (2) coloca el extractor de humos y lo conecta.
5. (2) Inmoviliza el vehículo mediante eslingas, enganchadas por un extremo a los puntos de anclaje del coche y por el otro a los puntos de anclaje del suelo.
6. (1) enciende el motor y acelera, usando las marchas, hasta la velocidad a partir de la cual actúa el sistema (60-80 km/h, según fabricante).
7. (2) desplaza el carril bajo el coche mediante mando eléctrico. Mueve la placa hasta que la línea delimitadora de carril empieza a meterse bajo morro del coche. Si el sistema alerta al conductor → Paso 8. Si no alerta → Paso 10.
8. (2) simula salida de carril por el otro lado. Si el sistema alerta al conductor → Paso 9. Si no alerta → Paso 10.
9. (1) pone intermitente a un lado y se simula salida de carril por dicho flanco. Ahora el sistema debe no alertar al conductor, al tratarse de una salida voluntaria de carril. Si el sistema no alerta al conductor → SISTEMA OK. Si el sistema alerta → FALLO GRAVE. Se comprueban ambos lados. → Paso 11.
10. (2) comprueba y realiza limpieza de sensores y líneas delimitadoras de carril. Se repite la simulación. Si ahora el sistema se activa y queda un lado por comprobar → Paso 8. Si se activa y no queda lado por comprobar → Paso 9. Si no se activa → FALLO GRAVE.
11. (1) frena las ruedas hasta detener su giro.
12. (2) baja el coche al suelo.
13. Fin del ensayo.



**DIAGRAMA DE FLUJO:**



➤ Sistema de análisis de imágenes mediante CÁMARA EN RETROVISOR

La idea para esta verificación es crear externamente al vehículo las condiciones necesarias que hagan que el sistema LDW se active y entonces, comprobar que funciona correctamente.

Al igual que con el ensayo para el sistema que utiliza sensores infrarrojos, el coche debe “creer” que circula por una carretera a una velocidad entre sesenta u ochenta kilómetros por hora. Este factor se soluciona de igual manera en este procedimiento, con un elevador de tijera-pantógrafo y llegando a esa velocidad mediante las marchas.

La otra cuestión es cómo engañar al sistema de lectura y cómo generar una salida de carril si el vehículo está parado. Ambas se solucionan con el método que se ha elegido para esta situación; un equipo de proyector + pantalla. La pantalla (abatible eléctricamente) se colocará frente al morro del coche, y sobre ella, el proyector reproducirá una situación de conducción (imagen 1.20). Dicha situación constará primero de una parte donde se circula correctamente dentro del carril, la cual sirve para que el sistema se inicie y sitúe referencias (marcas viales). En segundo lugar, un tramo donde se repiten algunas salidas de carril por uno de los lados y en tercer lugar, una parte donde repetidamente se dan otras tantas salidas de carril por el lado opuesto. Dicho vídeo está pensado para que de un modo pausado se pueda comprobar todo lo requerido mediante una sola reproducción, por ello, las salidas ocurren a un ritmo controlado.

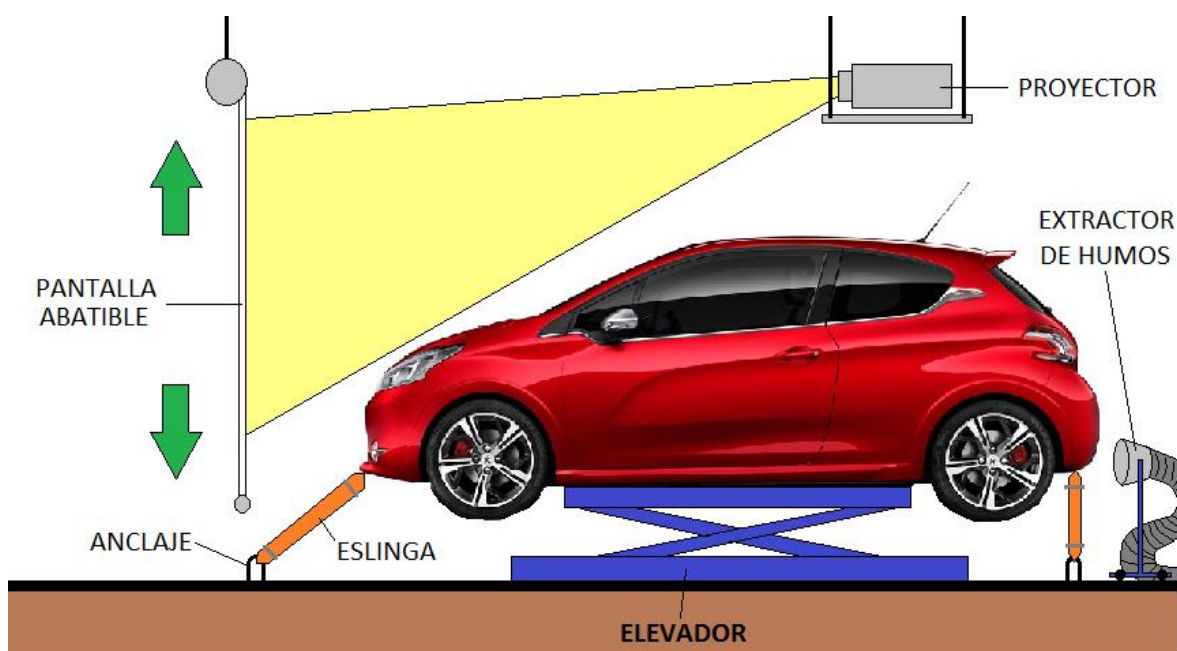


Imagen 1.20 Disposición del equipo para realizar el ensayo LDW por CÁMARA.

Al terminar, la pantalla se abate, el vehículo retoma contacto con el suelo, y puede proseguir su inspección.

**EQUIPO NECESARIO:**

- Sistema proyector + pantalla
- Elevador de tijera-pantógrafo
- Extractor de humos
- Instalación de anclajes en suelo para realizar la sujeción vehículo-tierra
- Eslingas planas (dos unidades)

**OPERARIOS REQUERIDOS:**

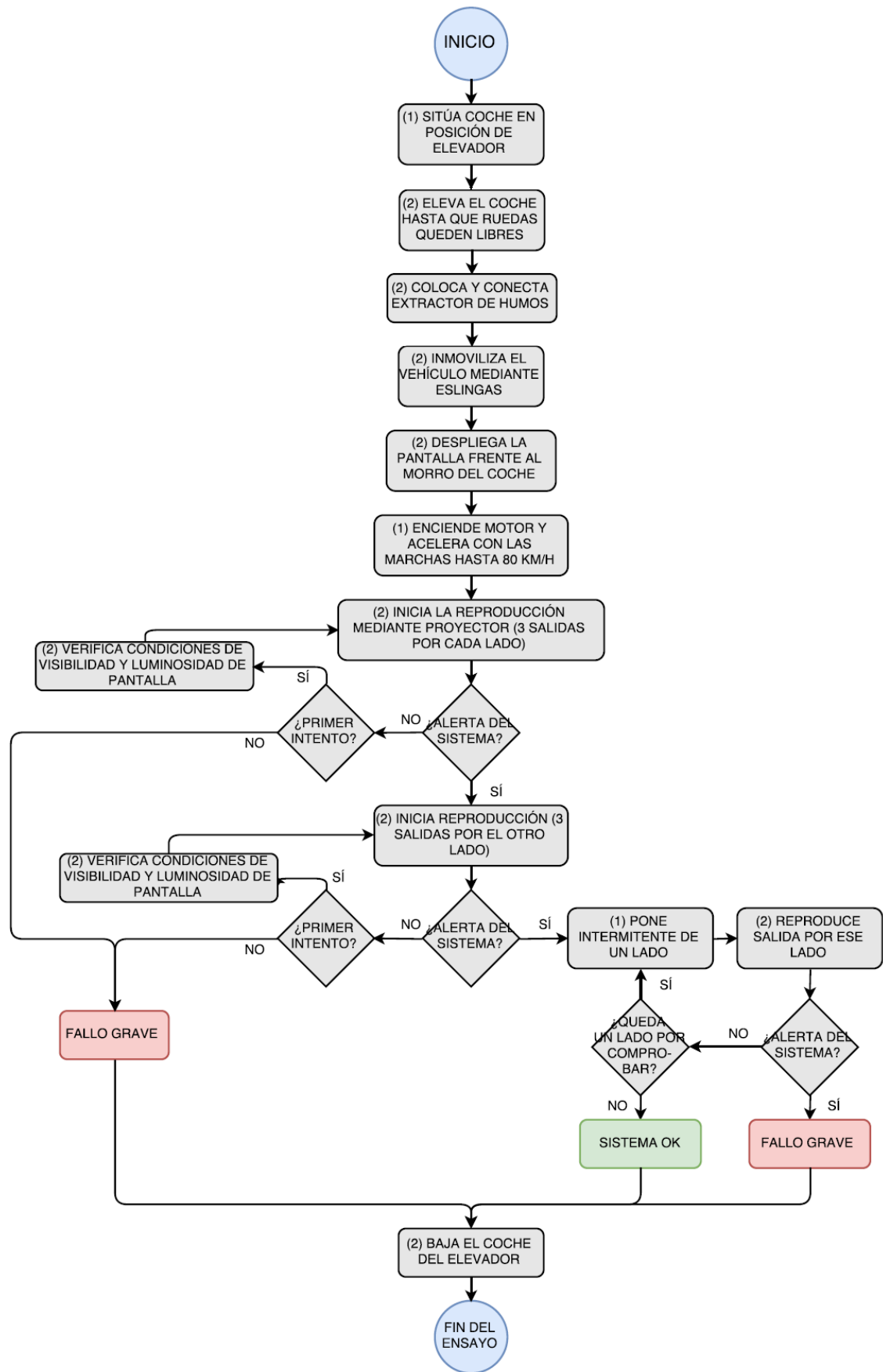
2

**PROCEDIMIENTO:**

1. Un operario se sitúa en el puesto de conducción del vehículo (de ahora en adelante conocido como (1)), el otro manejará el equipo exterior al coche (de ahora en adelante conocido como (2)).
2. (1) sitúa el coche sobre el elevador.
3. (2) eleva el vehículo una altura suficiente que garantice que los neumáticos no estarán en contacto con el suelo.
4. (2) coloca el extractor de humos y lo conecta.
5. (2) Inmoviliza el vehículo mediante eslingas, enganchadas por un extremo a los puntos de anclaje del coche y por el otro a los puntos de anclaje del suelo.
6. (2) despliega la pantalla delante del frontal del coche y enciende el proyector.
7. (1) enciende el motor y acelera, usando las marchas, hasta la velocidad a partir de la cual actúa el sistema (60-80 km/h, según fabricante).
8. Ahora que el sistema de análisis de imágenes está en disposición de funcionar, (2) activa la proyección, la cual se basa repetir salidas de carril por ambos lados, a un ritmo adecuado que permite apreciar cuándo el sistema debería funcionar. Si el sistema se activa a la primera en ambos lados → Paso 9. Si no se activa a la primera o en ninguna de las ocasiones → Paso 10.

9. (1) pone intermitente a un lado y se simula salida de carril por dicho flanco. Ahora el sistema debe no alertar al conductor, al tratarse de una salida voluntaria de carril. Si el sistema no alerta al conductor → SISTEMA OK. Si el sistema alerta → FALLO GRAVE. Se comprueban ambos lados. → Paso 11.
10. (2) verifica condiciones de visibilidad de la cámara y de luminosidad de la proyección, lo cual podría ocasionar una lectura e interpretación erróneas por parte del sistema. Se repite la simulación. Si ahora el sistema funciona y no queda ningún lado por comprobar → Paso 9. Si se activa pero queda un lado por comprobar → Paso 8. Si no se activa → FALLO GRAVE.
11. (1) frena las ruedas hasta detener su giro.
12. (2) baja el vehículo del elevador.
13. Fin del ensayo.

DIAGRAMA DE FLUJO:



#### ▪ *PROCEDIMIENTO PARA EL INDICADOR CAMBIO DE VELOCIDAD (GSI)*

El concepto de esta revisión es situar el motor en un intervalo de revoluciones tal que el sistema se active y alerte al conductor sugiriéndole un cambio de marcha. Pero también se ha de tener en cuenta que para el GSI la velocidad del automóvil también es motivo de análisis durante su funcionamiento. No ocurre como en los casos de los sistemas LDW, donde se requiere una velocidad mínima para que se active el sistema. En esta situación la velocidad es un parámetro más en el análisis, no una condición imprescindible para que se inicie el sistema. Por consiguiente, no sería suficiente dejar el vehículo parado, poniendo punto muerto en la caja de cambios y acelerando para llegar a las rpm que buscamos. Además, hacer la prueba en punto muerto puede dar lugar a que el sistema no funcione, ya que al no ser una marcha con un orden establecido, podría generar un error a la hora de indicar a qué velocidad cambiar. Esto sólo aportaría al sistema el dato de las revoluciones, pero la velocidad sería cero. Para generar una situación real de conducción, elevar el coche permitiría dejar las ruedas libres para girar y, de esta forma, simular si fuera necesaria una escalada de aceleración a través de las distintas velocidades (imagen 1.21). Con este sistema no se precisa que las 4 ruedas giren a la misma velocidad porque no se quiere comparar la velocidad entre ellas como en el ensayo TPMS indirecto. En realidad, cuando se compruebe que el sistema indica subir a la segunda marcha, ya se ha comprobado el correcto funcionamiento del mismo, ya que el proceso para las siguientes es igual.



Imagen 1.21 Disposición para el ensayo GSI.

**EQUIPO NECESARIO:**

-Extractor de humos

-Elevador de tijera-pantógrafo

**OPERARIOS REQUERIDOS:**

2

**PROCEDIMIENTO:**

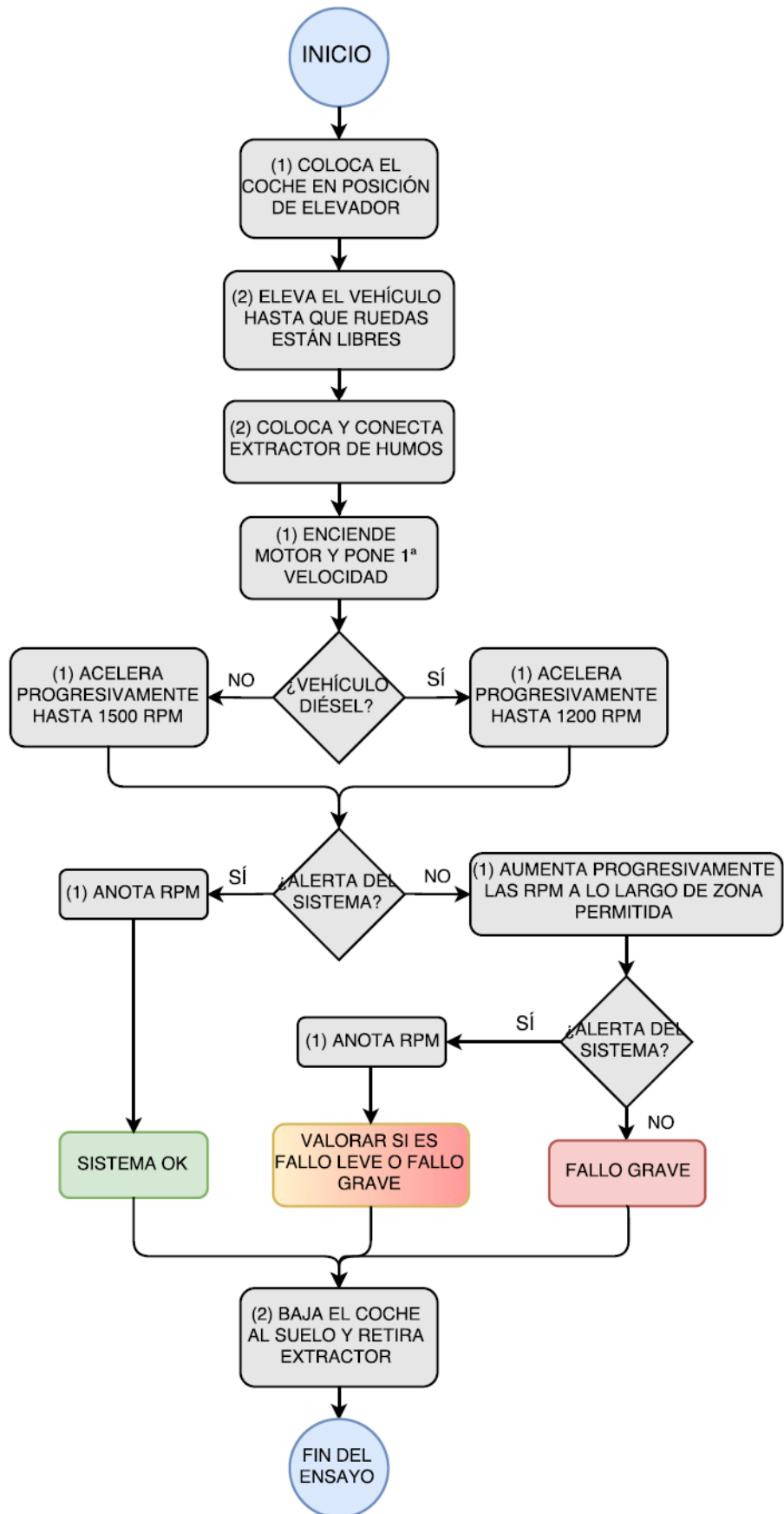
1. Un operario se sitúa en el puesto de conducción del coche (de ahora en adelante conocido como (1)), otro manejará el equipo externo al vehículo (de ahora en adelante conocido como (2)).
2. (1) sitúa el vehículo en el elevador.
3. (2) eleva el vehículo una altura suficiente como para que los neumáticos no estén en contacto con el suelo.
4. (2) coloca y conecta el extractor de humos.
5. (1) enciende el motor y engrana la primera velocidad.
6. (1) progresivamente eleva el régimen de giro del motor hasta un valor que según el tipo de motor (aproximadamente 1500 rpm en vehículos gasolina y 1200 rpm en vehículos diésel) debería ocasionar la respuesta del sistema. Si el sistema se activa → Paso 7. Si no se activa → Paso 8.
7. SISTEMA OK. (1) anota las rpm que ocasionan respuesta del sistema. → Paso 10.
8. (1) aumenta progresivamente las rpm a lo largo de la zona permitida. Si el sistema alerta → Paso 9. Si no alerta → FALLO GRAVE. → Paso 10.
9. (1) anota las rpm en las que el sistema se activa y se valora si es FALLO LEVE O FALLO GRAVE.\* → Paso 10.
10. (1) deja de acelerar.
11. (2) baja el vehículo al suelo.
12. (2) retira y desconecta el extractor de humos.

### 13. Fin del ensayo.

\*: Es de esperar que el sistema sugiera cambiar a la siguiente velocidad con presteza, ya que al encontrarse las ruedas libres de resistencia, el GSI determina que puede cambiarse a la siguiente en un régimen bajo sin perder dinamismo. Por ello, si en el primer intento el sistema no se ha activado, el margen que se dará para que se active en el siguiente, no superará las 1000 rpm. De tal forma, que para que el resultado sea de fallo leve, los vehículos gasolina deben alertar antes de 2500 rpm y los diésel antes de 2200 rpm. Por encima de estos valores, el sistema tiene un FALLO GRAVE.



## DIAGRAMA DE FLUJO:



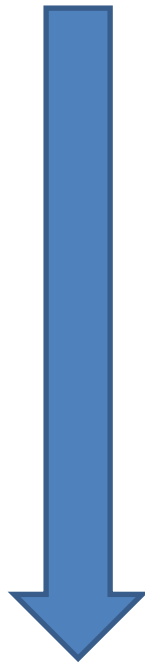
#### *1.3.4 Propuesta de modificación de línea ITV*

Una vez están todos los procedimientos desarrollados se va a proponer una manera de implementarlos en la línea de inspección de los centros ITV. Esto significa que, teniendo en cuenta el resto de pruebas que se llevan a cabo durante el recorrido y su orden, se sugiere cómo pueden integrarse y complementarse estos nuevos ensayos para completar la inspección, intentando siempre que:

- El tiempo de inspección aumente lo menos posible.
- Los nuevos ensayos se realicen en las paradas que están ya establecidas, de forma que no haya que hacer más.
- Aprovechar el equipamiento disponible para los nuevos ensayos y así disminuir el presupuesto en maquinaria nueva.

La idea es diseñar una línea completa de ITV, de forma que los test que se han desarrollado se puedan introducir repartidos a lo largo del recorrido. Se ha de tener en cuenta que el espacio disponible puede ser escaso o nulo, no se va a diseñar la nave acorde a las líneas, se deben diseñar las líneas acorde a la nave. Por ello, realizar los nuevos test junto a los comunes en un mismo puesto puede ser la clave para introducir todas las novedades en el espacio del cual se dispone.

Ahora es turno de analizar la distribución típica de una línea de ITV. Aunque cada centro puede estar organizado de una manera diferente, es posible obtener una división básica que es común en la mayoría de líneas (imagen 1.22).



<b>1. ZONA ABIERTA:</b> -Acondicionamiento exterior e identificación -Sistema de alumbrado y señalización -Vano motor (fugas, número bastidor, batería) -Interior (cinturones, asientos, testigos, ventilación)
<b>2. FRENÓMETRO:</b> -Freno de servicio en ambos ejes (fuerza de frenado, ovalidad de los discos) -Freno de estacionamiento
<b>3. FOSO/ELEVADOR:</b> -Suspensión -Dirección -Escape -Neumáticos -Fugas
<b>4. PRUEBA DE EMISIONES</b> -Gasolina -Diésel

Imagen 1.22 Distribución general en líneas ITV.

En este punto es importante saber si aquellos sistemas que disponen de más de una versión (TPMS y LDW) podrán ser verificados en el mismo puesto o, de lo contrario, precisan de espacios diferentes. El TPMS directo sólo necesita el poste de aire para llevarse a cabo, mientras que el TPMS indirecto, aparte del poste de aire, necesita el banco de rodillos. Instalar el poste de aire junto al banco de rodillos haría que ambos se pudieran realizar en el mismo puesto. Por otro lado están los sistemas LDW. El sistema LDW por INFRARROJOS necesita un elevador de tijera, la placa móvil en el suelo, los sistemas de sujeción entre vehículo y suelo y el extractor de humos. El LDW por CÁMARA precisa del mismo equipamiento a excepción de la placa, pero hay que añadir la pantalla abatible y el proyector. En realidad esto no representa un problema, ya que el equipo específico de cada uno de los sistemas no interfiere en el funcionamiento del equipo del otro. El carril deslizante en el suelo no molesta para realizar la prueba con pantalla y proyector, y estos últimos tampoco son un impedimento cuando se mueve el carril bajo el coche, ya que la pantalla se abate y el proyector está colgado del techo. De esta forma se pueden organizar en el espacio disponible sin mayor problema. Es decir, tanto los sistemas TPMS como LDW se pueden evaluar en un solo puesto cada uno, sin diferenciar según tipos.

Otro aspecto muy importante es que la única maquinaria que requiere el ensayo GSI, el elevador de tijera, forma parte del equipo común entre los sistemas LDW. Esto quiere decir que no se necesita un puesto específico para este ensayo, que se puede realizar junto a los test de los LDW.

Con este análisis se concluye que para realizar los 6 procedimientos que se han diseñado, se necesitan 3 puestos diferentes.

Teniendo en cuenta esto último y conociendo la distribución aproximada con la que cuentan las líneas, la nueva configuración que se propone para incluir los ensayos de los sistemas TPMS, BAS, LDW y GSI es la siguiente (imagen 1.23):

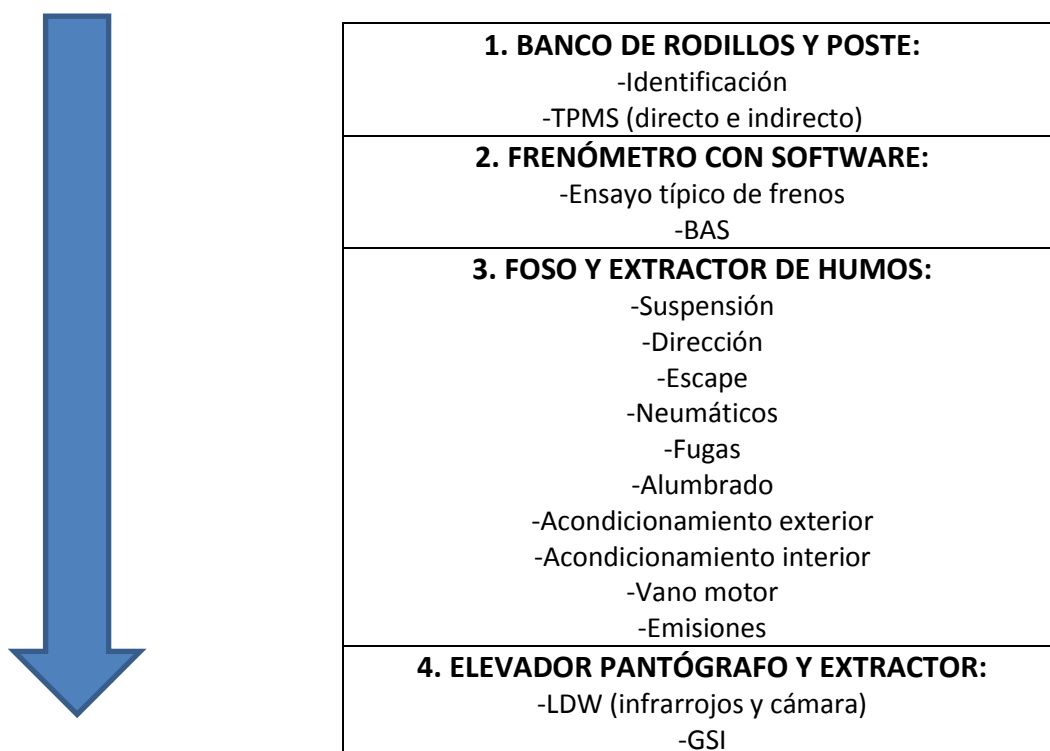


Imagen 1.23 Distribución de línea propuesta para la introducción de los nuevos test.

Con la configuración propuesta se consigue un recorrido donde el automóvil será sometido a todas las pruebas de las que era objeto previamente más todos los ensayos desarrollados para los nuevos sistemas, todo ello en una sola línea. Se ha tratado de respetar en lo posible la ubicación de ciertos elementos, como el frenómetro y el foso, que conservan su orden en el recorrido, lo cual reduce la cantidad de obra que se ha de llevar a cabo (aunque haya que cambiar el frenómetro, se aprovecha la instalación del que se deshecha). El primer puesto, que antes era zona abierta, ahora tiene el poste de aire junto al banco de rodillos con cinta para ensayos TPMS. El segundo puesto, al igual que antes, es para el frenómetro, que ahora es capaz de albergar el ensayo BAS junto con el ensayo normal de frenos. En el tercer puesto se mantiene el foso, y se añade equipamiento para analizar emisiones e iluminación (equipo ya presente en los centros ITV). Por último, en el cuarto puesto, se instala el elevador y el

resto de equipamiento para comprobar sistemas LDW y GSI. Hay que destacar que aunque el extractor de humos resulta necesario en los puestos 3 y 4, no supone un problema, ya que este tipo de instrumentos suele contar con conductos muy largos y flexibles, pensados para ser utilizados en un área extensa desde el punto donde se instalan. Dicho punto se sitúa entre las zonas 3 y 4.

## 1.4 ANEXOS

### ■ *Plantillas*

Se han diseñado las plantillas que, en forma de documento, servirán a los operarios como pauta y método de anotación de los datos obtenidos en el momento de llevar a cabo los test que se han desarrollado en este trabajo. En ellas se pueden anotar todas las observaciones que el operario vaya realizando, así como valores numéricos que finalmente sirvan para decidir la operatividad del sistema en cuestión.

Para los sistemas que ofrecen dos modelos diferentes y para los cuales se han tenido que realizar, por tanto, dos procedimientos (TPMS y LDW), se ha podido unificar la recogida de datos en un único modelo de plantilla, es decir, los sistemas TPMS y LDW cuentan con una única plantilla cada uno.

Pese a que pertenecen a distintas verificaciones, en todas ellas se aprecia un patrón común; están estructuradas de manera que se puedan recoger todos los valores de tres intentos posibles, de forma que queden claros y ordenados todos los datos obtenidos en caso de que sea necesario repetir el test para asegurar el diagnóstico del sistema que se somete a control. También tienen en común las casillas donde se puede marcar el diagnóstico en cada uno de los intentos, diferenciadas por el color de cada uno de los resultados:

**VERDE** → FAVORABLE

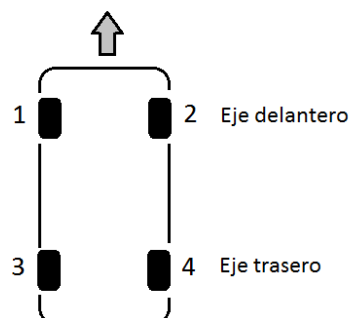
**AMARILLO** → FALLO LEVE

**ROJO** → FALLO GRAVE

- **SISTEMA DE ALERTA DE PRESIÓN DE NEUMÁTICOS (TPMS)** (tabla 1.2)

	DIRECTO	INDIRECTO
TIPO TPMS		

	UMBRAL DE PRESIÓN (bar)
EJE DELANTERO	
EJE TRASERO	



#### INTENTO 1

	¿ALERTA?	PRESIÓN ALERTA (bar)	CORRECTO	FALLO LEVE	FALLO GRAVE	OBSERVACIONES
NEUMÁTICO 1						
NEUMÁTICO 2						
NEUMÁTICO 3						
NEUMÁTICO 4						

#### INTENTO 2

	¿ALERTA?	PRESIÓN ALERTA (bar)	CORRECTO	FALLO LEVE	FALLO GRAVE	OBSERVACIONES
NEUMÁTICO 1						
NEUMÁTICO 2						
NEUMÁTICO 3						
NEUMÁTICO 4						

#### INTENTO 3

	¿ALERTA?	PRESIÓN ALERTA (bar)	CORRECTO	FALLO LEVE	FALLO GRAVE	OBSERVACIONES
NEUMÁTICO 1						
NEUMÁTICO 2						
NEUMÁTICO 3						
NEUMÁTICO 4						

Recuerde comprobar y adoptar todas las medidas de seguridad establecidas para este ensayo.

Tabla 1.2 Plantilla para la comprobación de sistemas TPMS.

▪ **SISTEMA DE AYUDA A LA FRENADA DE EMERGENCIA (BAS)** (tabla 1.3)

INTENTO 1

	F1 (KN)	F2 (KN)	F2-F1	t2-t1	CORRECTO	FALLO LEVE	FALLO GRAVE	OBSERVACIONES
EJE DELANTERO								
EJE TRASERO								

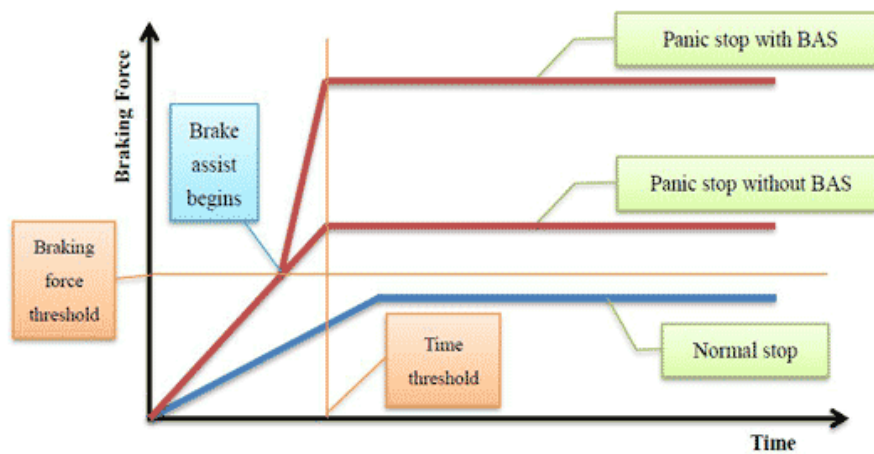
INTENTO 2

	F1 (KN)	F2 (KN)	F2-F1	t2-t1	CORRECTO	FALLO LEVE	FALLO GRAVE	OBSERVACIONES
EJE DELANTERO								
EJE TRASERO								

INTENTO 3

	F1 (KN)	F2 (KN)	F2-F1	t2-t1	CORRECTO	FALLO LEVE	FALLO GRAVE	OBSERVACIONES
EJE DELANTERO								
EJE TRASERO								

Recuerde comprobar y cumplir todas las medidas de medidas de seguridad establecidas para este ensayo.



Gráfica de referencia

Tabla 1.3 Plantilla para la comprobación de sistemas BAS.

▪ **SISTEMA DE ALERTA ANTE CAMBIO INVOLUNTARIO DE CARRIL (LDW)** (tabla 1.4)

	CÁMARA	INFRARROJOS
TIPO DE LDW		

**INTENTO 1**

	¿ALERTA?	VELOCIDAD (km/h)	CORRECTO	FALLO LEVE	FALLO GRAVE	OBSERVACIONES
LADO IZQUIERDO						
LADO DERECHO						

**INTENTO 2**

	¿ALERTA?	VELOCIDAD (km/h)	CORRECTO	FALLO LEVE	FALLO GRAVE	OBSERVACIONES
LADO IZQUIERDO						
LADO DERECHO						

**INTENTO 3**

	¿ALERTA?	VELOCIDAD (km/h)	CORRECTO	FALLO LEVE	FALLO GRAVE	OBSERVACIONES
LADO IZQUIERDO						
LADO DERECHO						

Recuerde comprobar y adoptar todas las medidas de seguridad establecidas para este ensayo.

Tabla 1.4 Plantilla para la comprobación de sistemas LDW.



- **SISTEMA INDICADOR DE CAMBIO DE VELOCIDAD (GSI)**  
(tabla 1.5)

	GASOLINA	DIÉSEL
MOTOR		

	¿ALERTA DEL SISTEMA?	REVOLUCIONES	VELOCIDAD	CORRECTO	FALLO LEVE	FALLO GRAVE	OBSERVACIONES
INTENTO 1							
INTENTO 2							
INTENTO 3							

Valores estándar para cambio de velocidad (1ª): 1500 rpm GASOLINA, 1200 rpm DIÉSEL.

Recuerde comprobar y cumplir todas las medidas de seguridad establecidas para este ensayo.

Tabla 1.5 Plantilla para la comprobación de sistemas GSI.

## 2. PLANOS

### ▪ CIRCUITO NEUMÁTICO PARA ENSAYO LDW INFRARROJOS

El circuito neumático encargado de desplazar la plancha de acero bajo el morro del coche se representa con la imagen 2.1

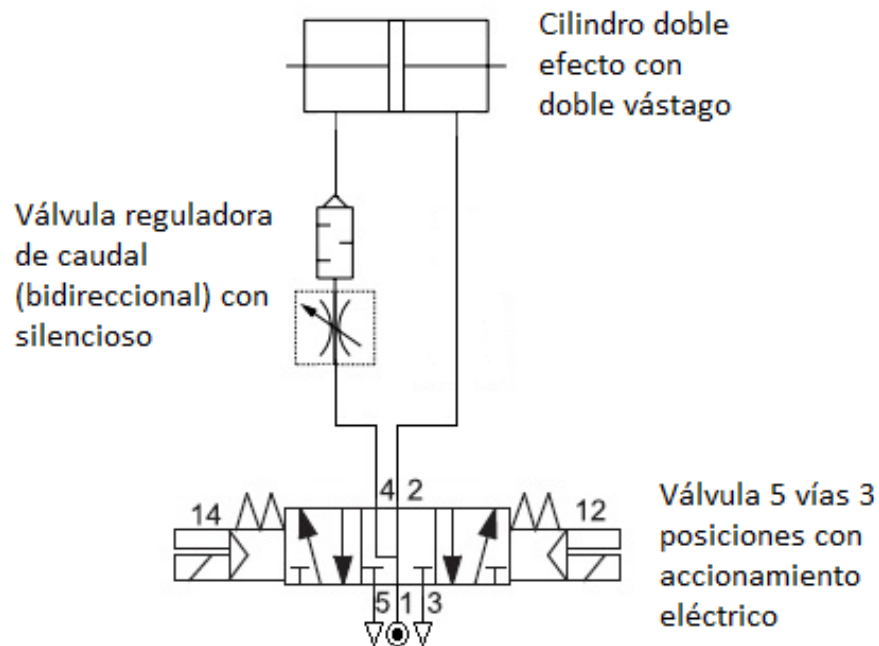


Imagen 2.1 Esquema del circuito neumático utilizado en el ensayo LDW infrarrojos. La entrada número uno es la toma de presión, las tres y cinco son salidas de escape.

Elementos que componen el circuito neumático del esquema:

- Cilindro de doble efecto (imagen 2.2):

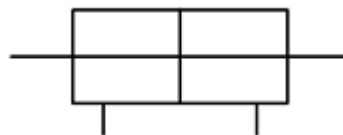


Imagen 2.2 Símbolo del cilindro de doble efecto y doble vástago.

Es necesario que el cilindro sea de doble efecto para que pueda realizar trabajo en ambas carreras, ya que si fuese de simple efecto, sólo podría moverse la plancha en un sentido, lo que obligaría a usar dos cilindros. También es conveniente que cuente con doble vástago para conseguir una colocación simétrica del cilindro

respecto a la plancha. La empresa con la cual se ha trabajado es Air Control Metals. Esta empresa fabrica cilindros neumáticos con la carrera que desee el comprador, lo cual elimina uno de los factores más determinantes a la hora de trabajar con este tipo de cilindros, el problema de la carrera. Por lo tanto, lo que resta es calcular, en función de los parámetros de este caso, el diámetro que debe tener el cilindro. Estos cálculos se llevan a cabo en el apartado *Cálculos* de este documento.

- Válvula reguladora de caudal (imagen 2.3):

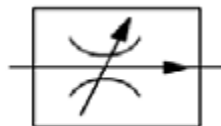


Imagen 2.3 Símbolo de la válvula reguladora de caudal bidireccional.

Este componente es indispensable aunque a primera vista no lo parezca. De no usarlo, el movimiento de la plancha de acero podría ser demasiado rápido como para que el sistema que se está analizando en el vehículo demuestre que funciona y como para que los operarios que lo supervisan puedan percatarse de su correcto funcionamiento. Regulando el caudal, se controla al mismo tiempo la velocidad del flujo de aire, consiguiendo un desempeño más agradable y apropiado para el fin con que se ha diseñado el circuito. La velocidad aproximada de pistón será de unos 0,1 m/s.

- Silenciador (imagen 2.4):

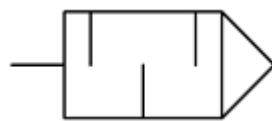


Imagen 2.4 Símbolo del silenciador neumático.

Se ha añadido un silenciador debido a que estas válvulas pueden ser fuente de ruido, de esta manera se mejora el confort en el trabajo, así como se cumple con los requisitos de bienestar laboral respecto a ruidos.

- Válvula distribuidora de 5 vías y 3 posiciones con accionamiento eléctrico (imagen 2.5):

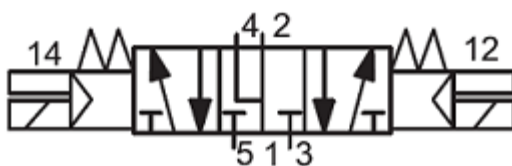


Imagen 2.5 Representación de la válvula distribuidora 5 vías/3 posiciones utilizada en el circuito neumático.

Es el componente que hace que el circuito realice los movimientos deseados en el sentido y momento deseados. Mediante el accionamiento eléctrico los operarios pueden controlar el movimiento del circuito.

- Compresor:

El “motor” del circuito también debe calcularse para asegurar que será capaz de vencer en cualquier momento las resistencias que se presenten durante todo el ciclo. Aunque éste no aparezca con un símbolo en el circuito neumático, está representado por la toma de presión número 1. El cálculo del compresor se realiza en el apartado *Cálculos* de este documento.

### 3. CÁLCULOS

#### 3.1 CÁLCULO DEL CILINDRO NEUMÁTICO

El planteamiento es el siguiente; calcular el peso de la plancha de acero, averiguar la fuerza que opondrá como resistencia a su movimiento, y una vez se conozca, calcular el área que debe tener el pistón.

Peso de la plancha de acero:

$$\rho_{acero} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{plancha} = \text{superficie} \cdot \text{espesor} = 2,5 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,02 \text{ m} = 0,05 \text{ m}^3$$

$$m_{plancha} = \rho_{acero} \cdot V_{plancha} = 7850 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,05 \text{ m}^3 = 392,5 \text{ kg}$$

$$P_{plancha} = m_{plancha} \cdot g = 392,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 3851 \text{ N}$$

Resistencia que opone a ser deslizada horizontalmente:

$$F_{rozamiento} = P_{plancha} \cdot \mu_{rozamiento}$$

$$\mu_{rozamiento}(\text{acero} - \text{acero}) = 0,35$$

$$F_{rozamiento} = 3851 \text{ N} \cdot 0,35 = 1348 \text{ N}$$

Ésta es la fuerza que ha de vencerse para mover la plancha de acero, que deslizará sobre raíles empotrados en el suelo.

Cálculo del área del cilindro, suponiendo una presión de trabajo del circuito de 6 bar.

$$1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa}$$

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow A = \frac{F}{P} = \frac{1348 \text{ N}}{0,6 \text{ MPa}} = 2246 \text{ mm}^2$$

Diámetro que debe tener el cilindro:

$$A = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2246 \text{ mm}^2}{\pi}} = 53,47 \text{ mm}$$

Estableciendo un margen de seguridad  $n=2$ , el resultado sería que el cilindro precisado tiene un diámetro aproximado de 100 mm. Por lo tanto, el cilindro seleccionado es un cilindro categoría ISO serie A70 con un diámetro de 100 mm y una carrera de 1000 mm.

### 3.2 CÁLCULO DEL COMPRESOR NEUMÁTICO

La presión que debe otorgar ha de superar los 7 bar, ya que si queremos que el circuito trabaje a 6 bar (presión manométrica), el compresor debe generar por lo menos 7 bar de presión:

$$P_{\text{compresor}} = P_{\text{manométrica}} + P_{\text{atm}} = 6 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 7 \text{ bar}$$

El siguiente factor a tener en cuenta es el caudal de aire requerido por el circuito. A continuación se calcula, para saber el valor mínimo que se debe exigir al compresor:

$$\text{Área del cilindro} = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \pi \cdot \frac{(100 \text{ mm})^2}{4} = 7854 \text{ mm}^2 = 0,7854 \text{ dm}^2$$

$$\text{Carrera del pistón} = 1000 \text{ mm} = 10 \text{ dm}$$

$$V_{\text{cilindro}} = \text{área} \cdot \text{carrera} = 0,7854 \text{ dm}^2 \cdot 10 \text{ dm} = 7,854 \text{ dm}^3 = 7,854 \text{ l}$$

No se conoce el diámetro del vástago, ya que en catálogo aparecen los valores correspondientes a cilindros con las medidas más comunes o fabricados en serie. Esto no supone un problema, porque se utilizaría para calcular el volumen que ocupa el vástago, el cual no se llena de aire. Si se supone que todo el volumen interno del cilindro se llena de aire, se obtiene un volumen de aire superior al real, lo cual se aprovechará como margen de seguridad a la hora de seleccionar el compresor.

Para dar el valor del caudal respecto a la atmósfera normal de referencia (ANR) en normal-litros/minuto  $[Nl/min]$ :

$$P_{manométrica}(o\ de\ trabajo) = 6\ bar$$

$$V_N = \left( \frac{P_{ATM} + P_{MANOM}}{P_{ATM}} \right) \cdot V = \left( \frac{1 + 6}{1} \right) \cdot V = 7 \cdot V = 55\ Nl$$

Este volumen es el correspondiente al llenado del cilindro durante la carrera de avance, por lo que hay que multiplicarlo por dos para cumplir con el ciclo completo. Se considera que un ciclo se cumple con una carrera completa de avance del pistón más el retorno a la posición de reposo\*.

$$V_{CICLO} = 2 \cdot 55\ Nl = 110\ Nl$$

Por lo que se obtiene un tiempo de ciclo:

$$t_{CICLO} = \frac{2 \cdot carrera}{velocidad\ pistón} = \frac{2000\ mm}{100\ mm/s} = 20\ s$$

Lo que supone un caudal normalizado por cada ciclo de:

$$Q_N = \frac{110\ Nl}{20\ s} = 5,5\ Nl/s \cdot \frac{60\ s}{1\ min} = 330\ Nl/min$$

\*: En este caso concretamente, el punto de reposo es el punto medio de la carrera. El ciclo completo sería media carrera desde el punto de reposo en un sentido, una carrera completa en sentido opuesto y otra media carrera en sentido contrario para llegar de nuevo al punto de origen, pero se ha simplificado para el cálculo, ya que el resultado es el mismo.

Por lo tanto, se obtiene que el compresor necesario debe tener una presión máxima por encima de 7 bar y un caudal de 330 l/min como mínimo. El compresor elegido es el Kaeser KCD 350-100. Consta de dos compresores instalados sobre depósito de presión. Su volumen de llenado es de  $2 \times 230 = 460\ l/min$  y su presión máxima son 10 bar (tabla 3.1).

## Datos técnicos

	Unidades dobles de 10 bar							
	KCCD 130-100	KCD 350-100	KCD 450-100	KCCD 130-150	KCD 350-350	KCD 450-350	KCD 630-350	KCD 840-350
Volumen de aspiración l/min	2x 130	2x 350	2x 450	2x 130	2x 350	2x 450	2x 630	2x 840
Caudal efectivo <sup>1)</sup>	a 6 bar	2x 230	2x 300	2x 80	2x 230	2x 300	2x 440	2x 590
	a 8 bar	2x 210	2x 280	2x 73	2x 210	2x 280	2x 410	2x 544
Potencia del motor <sup>2)</sup> kW	2x 0,75	2x 1,7	2x 2,4	2x 0,75	2x 1,7	2x 2,4	2x 3	2x 4
Número de cilindros	2x 1	2x 1	2x 2	2x 1	2x 1	2x 2	2x 2	2x 2
Depósito de presión l	90	90	90	350	350	350	350	350
Nivel de presión acústica <sup>3)</sup> dB (A)	78	79	80	78	79	80	79	81
Longitud mm	1080	1110		1800				
Anchura mm	380	490	500	600			660	
Altura mm	760	830	780	1050	1120	1100	1200	1220
Peso kg	85	115		150	170	180	230	240
Nivel de presión acústica con capota silenciadora <sup>3)</sup> dB (A)	69	69	70	-	-	-	-	-
Modo de arranque	Arranque directo, con descarga de presión							
Protección del motor	Con disparador de sobreintensidad de serie							
Elementos metálicos antivibratorios	De serie							

<sup>1)</sup> Caudal efectivo medido según la norma VDMA, hoja 4362 – <sup>2)</sup> Conexión eléctrica: 400 V, 50 Hz, 3 Ph

<sup>3)</sup> Medición al aire libre acorde a DIN 45635 a 1 m de distancia (ambos compresores en marcha)

Tabla 3.1 En esta tabla se puede verificar cómo el compresor seleccionado satisface la necesidad de caudal de aire y de presión.

### 3.3 CÁLCULO DEL ANCLAJE AL SUELO

El punto de anclaje al suelo se utiliza en los dos ensayos LDW para sujetar el vehículo al suelo, que se halla sobre el elevador, como medida de seguridad. Se ha decidido que la estructura conste de un arco de metal de sección circular y empotrado en el suelo. Si el anclaje se encuentra exigido, se someterá a una fuerza  $F$  provocada por la tracción de la eslinga, tal y como se muestra en la imagen 3.1.

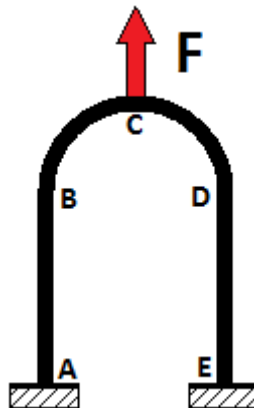


Imagen 3.1 Esquema del anclaje que se va a calcular.



Las eslingas que se han elegido tienen una resistencia de tracción de 6000 kilogramos, por lo que ha de diseñarse el anclaje de forma que resista como mínimo la fuerza que ello conlleva, la cual es:

$$R_{ESLINGA} = 6000 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$F = 6 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Como la estructura es simétrica de forma y cargas, se va a analizar solamente un lado para simplificar los cálculos. Los resultados que se obtengan valdrán de igual forma para el lado opuesto.

Tras realizar el cálculo de esfuerzos y representarlos en sus correspondientes diagramas, queda determinado que el tramo de la estructura que soporta los mayores esfuerzos a tracción y flexión es el tramo recto AB, como puede apreciarse en la imagen 3.2:

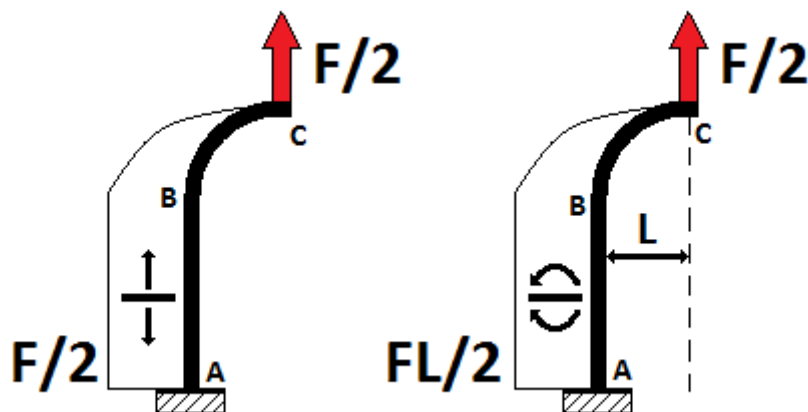


Imagen 3.2 Diagramas de esfuerzos del axil y del momento flector.

$$N_{MAX} = \frac{F}{2}$$

$$M_{MAX} = \frac{F \cdot L}{2}$$

Por lo tanto, la sección que se va a calcular pertenece a este tramo, que es el que más solicitado se encuentra (imagen 3.3).

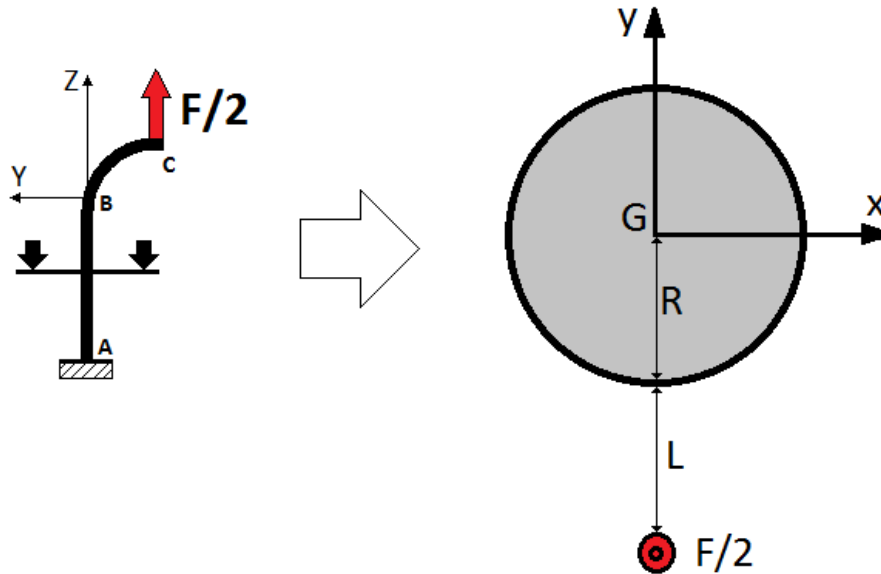


Imagen 3.3 Geometría de la sección y la localización de  $F/2$  respecto a ella, que sale del plano de la hoja.

Según los ejes que se muestran en la imagen, el axil y el momento flector siempre van a tener signos opuestos entre sí.

El material escogido es un acero AISI 431, cuyo límite elástico es:

$$\sigma_e = 650 \text{ MPa}$$

Se determina una relación entre  $L$  y el radio de la sección circular tal que:

$$L = 3R$$

Por lo que el momento flector queda igual a:

$$M_{MAX} = \frac{F \cdot 3R}{2}$$

Debido a que la sección se encuentra sometida a flexión compuesta, que es una sección simétrica ( $P_{xy}=0$ ) y que el momento tan sólo actúa en el eje  $X$ , la ecuación que relaciona los esfuerzos con el área de la sección es la siguiente:

$$\sigma_z = \frac{N}{A} - \frac{M_x}{I_x} \cdot y$$

Donde:

y, por tratarse de sección simétrica es igual al radio (el CDG se encuentra a la misma distancia de todos los puntos del contorno):

$$y = R$$

El momento de inercia según el eje X es:

$$I_X = \frac{\pi \cdot R^4}{4}$$

El área de la sección es:

$$A_{SECCIÓN} = \pi \cdot R^2$$

Por lo tanto, la ecuación queda de la forma:

$$\sigma_Z = \frac{(F/2)}{\pi \cdot R^2} - \frac{(F \cdot 3R/2)}{(\pi \cdot R^4/4)} \cdot R$$

Donde todo está en función del radio R y se puede despejar:

$$R = \sqrt{\frac{11 \cdot F}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_Z}} = \sqrt{\frac{11 \cdot 6 \cdot 10^4}{2 \cdot \pi \cdot 650}} = 12,71 \text{ mm}$$

Al estar la F en Newton y el límite elástico en MPa, el resultado da en milímetros.

Aplicando un coeficiente de seguridad de 1,5 las medidas finales de la sección son las siguientes:

$$\mathbf{R = 19 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{A_{SECCIÓN} = 1134 \text{ mm}^2}$$

## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

### 4.1 SEGURIDAD

A continuación, se va a analizar la necesidad de adoptar medidas de seguridad adicionales (respecto a las que se toman habitualmente en los centros ITV) debido a la implantación de los nuevos procedimientos que se han diseñado en este proyecto.

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: “La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse”.

Por lo tanto, el método a seguir es evaluar el riesgo en cada ensayo diseñado y, dependiendo de su importancia, actuar en consecuencia para dotar a la prueba de medidas de seguridad que hagan de su ejecución un ejercicio sin riesgos para la salud y la integridad de operarios y usuarios.

A continuación, el criterio que se va a seguir para la evaluación de riesgos y las actuaciones pertinentes:

Mediante la tabla 4.1 se puede aproximar la magnitud del riesgo presente en cada situación:

NIVELES DE RIESGO				
		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Tabla 4.1 Niveles de riesgo tabulados

Como se puede apreciar, la importancia del riesgo depende de dos factores; la probabilidad de que un accidente ocurra y las consecuencias que tendría dicho accidente para la salud.

Respecto a la probabilidad, se tomará como baja (B) cuando sea difícil que ocurra algún percance (prácticamente habría que propiciar que ocurriese), media (M) cuando sea probable en caso de despistes y alta (A) cuando para evitarlo, hubiese que estar alerta constantemente. En cuanto a las consecuencias, se asumirá como ligeramente dañino (LD) un resultado de arañazos o golpes leves. Dañino (D) en caso de fractura de huesos o hemorragias y extremadamente dañino (ED) para amputaciones o muerte.

Tras identificar el riesgo existente, la tabla 4.2 relaciona la magnitud del mismo con la actuación correspondiente que se ha de llevar a cabo:

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Tabla 4.2 Actuación según la importancia del riesgo analizado

Según esta tabla, en caso de que el procedimiento sobre el cual se está analizando el riesgo obtenga una calificación de trivial (T) o tolerable (TO), no se adoptarán medidas de seguridad adicionales.\*

\*: Se asume por defecto que todos los operarios adoptan las medidas básicas de seguridad obligatorias establecidas acorde a su puesto de trabajo (botas de seguridad, guantes, gafas protectoras, mascarillas, etc.), según aplique en cada puesto o ensayo.

## ▪ ENSAYOS TPMS

### ➤ Sistema de control DIRECTO

El método de comprobación del sistema TPMS directo requiere utilizar un poste de aire-agua, un equipo totalmente seguro para los usuarios. La probabilidad de que ocurra un accidente es baja (B) y en caso de que suceda, las consecuencias serían muy leves para el trabajador (LD). El riesgo es, por tanto, trivial (T). Tal es la insignificancia del riesgo, que usualmente se pueden ver personas sin protección alguna utilizando este tipo de equipamiento en gasolineras o talleres.

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS:

- ➔ No es necesaria una actuación específica en materia de seguridad.

### ➤ Sistema de control INDIRECTO

El riesgo de realizar la prueba al sistema TPMS indirecto es el riesgo inherente de usar un banco de rodillos o frenómetro, ya que el resto del equipo es el mismo que para el sistema directo. A la hora de usar un frenómetro hay una probabilidad media (M) de que un pie quede atrapado en el banco de rodillos empotrado en el suelo, siendo sus consecuencias bastante severas (D). El riesgo resultante es, por tanto, moderado (MO).

Sin embargo, el uso de frenómetros está totalmente implantado en los centros ITV, y el ensayo diseñado para verificar el TPMS pasivo no introduce equipo desconocido para los trabajadores, que ya tienen su protocolo de actuación.

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS:

- ➔ Establecer un perímetro o área de seguridad, que debe ser respetada desde el momento en que el vehículo entra en el banco de rodillos, ya que en cualquier momento estos pueden empezar a girar.

Debido a que en este ensayo no es necesario alcanzar una velocidad elevada en la cinta del banco de rodillos (la velocidad de giro de las ruedas es equivalente a circular a unos 8 km/h), no será necesario asegurar el vehículo, pero la dirección debe sujetarse firmemente en posición recta.

## ▪ *ENSAYO BAS*

Este ensayo no requiere mayor seguridad que el ensayo típico de frenos. Como se ha analizado anteriormente, el riesgo de usar un frenómetro resulta moderado (MO).

### MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS:

- ➔ Establecer un perímetro o área de seguridad, libre de objetos y personas, que debe ser respetada desde el momento en que el vehículo introduce un eje en los rodillos del frenómetro, ya que es el momento en el que estos comienzan a girar.
- ➔ El operario que realiza el test desde el interior del vehículo debe llevar puesto el cinturón de seguridad, debido a las sacudidas que puede sufrir el coche.

## ▪ *ENSAYOS LDW*

### ➤ *Sistema de análisis mediante INFRARROJOS*

Para realizar la prueba del LDW por infrarrojos es necesario elevar el automóvil mediante elevador, donde se acelerará hasta alcanzar la velocidad necesaria para que el sistema funcione. Cuando se alcanza este punto, el vehículo es susceptible de caer desde el elevador debido a las vibraciones generadas por el giro de las ruedas. Esto supone un riesgo importante (I), ya que se estima una probabilidad media de que suceda (M) y las consecuencias se califican como extremadamente dañinas (ED). Se requieren medidas de seguridad extra.

Por otro lado, la placa del suelo, por su condición de móvil, puede ocasionar caídas de objetos y personas. Es probable que ocurra (M), pero sus consecuencias pueden calificarse como leves (LD), por lo que se tiene un riesgo tolerable (TO).

### MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS:

- ➔ Se realizará una sujeción vehículo-suelo mediante eslingas planas, tanto por la parte delantera como por la trasera. Como puntos de sujeción en el automóvil se utilizarán los anclajes de remolque presentes en todos los coches. Como puntos de sujeción en el suelo se instalarán los anclajes empotrados que ya se han calculado. El elevador tolera una carga máxima de 3500 kg. Escogiendo un coeficiente de seguridad mínimo de 1,5, la eslinga que se va a usar debe tener una resistencia de 6000 kg (coeficiente de seguridad = 1,7).

- ➔ Respecto a la placa deslizante en el suelo, ha de establecerse y respetarse un perímetro o área de seguridad que esté libre de objetos y personas, al igual que alrededor del elevador.
- ➔ El operario que realiza el test desde el interior del vehículo debe llevar puesto el cinturón de seguridad, ante el peligro de que el coche se precipite contra el suelo.

➤ *Sistema de análisis mediante CÁMARA*

Al igual que en el ensayo para el sistema de infrarrojos, el vehículo es susceptible de caer desde el elevador debido a las vibraciones generadas por el giro de las ruedas. El riesgo resulta, por tanto, importante (I).

El sistema de proyección no supone riesgo alguno para la integridad de las personas en los alrededores, por lo que, respecto a éste, no se adoptarán medidas de precaución.

**MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS:**

- ➔ Se realizará una sujeción vehículo-suelo mediante eslingas planas, tanto por la parte delantera como por la trasera. Como puntos de sujeción en el automóvil se utilizarán los anclajes de remolque presentes en todos los coches. Como puntos de sujeción en el suelo se instalarán los anclajes empotrados que ya se han calculado. El elevador tolera una carga máxima de 3500 kg. Escogiendo un coeficiente de seguridad mínimo de 1,5, la eslinga que se va a usar debe tener una resistencia de 6000 kg (coeficiente de seguridad = 1,7).
- ➔ Establecer y respetar un perímetro de seguridad alrededor del elevador donde no se encuentren objetos ni personas.
- ➔ El operario que realiza el test desde el interior del vehículo debe llevar puesto el cinturón de seguridad, ante el peligro de que el coche se precipite contra el suelo.

▪ **ENSAYO GSI**

Para llevar a cabo el test de comprobación de los sistemas GSI, es necesario, al igual que en los ensayos LDW, elevar el coche y acelerar. La diferencia está en que para esta verificación, no se requiere alcanzar una velocidad tan alta. Como se comentó al explicar los pasos a seguir, basta con realizar un cambio de primera a segunda velocidad para comprobar si el sistema actúa correctamente. Esto influye a la hora de



catalogar el riesgo, cuyas consecuencias siguen siendo muy importantes (ED), pero la probabilidad de que ocurra es baja (B), debido a que las vibraciones se reducen considerablemente. Esto arroja un riesgo moderado (MO), menor que en los ensayos LDW.

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS:

- ➔ Establecer y respetar un perímetro de seguridad alrededor del elevador donde no se encuentren objetos ni personas.
- ➔ El operario que realiza el test desde el interior del vehículo debe llevar puesto el cinturón de seguridad, ante el peligro de que el coche se precipite contra el suelo.

## 4.2 MAQUINARIA/EQUIPAMIENTO

### ➤ POSTE DE AIRE Y AGUA (imagen 4.1)

- Alimentación: 230 V a 50 Hz
- Presión de inflado: hasta 6 bar
- Compresor incluido
- Display digital
- Fabricado en aluminio extruido
- Mangueras tipo serpentina de 7 metros
- Ancho: 390 mm
- Largo: 270 mm
- Alto: 1450 mm



Imagen 4.1 Poste de aire con compresor.

### ➤ BANCO DE RODILLOS CON CINTA (imagen 4.2)

- Acometida eléctrica: 380 V 50 Hz. Trifásica
- Carga máxima por eje: 3,5 toneladas
- Batalla máxima: 3500 mm
- Ancho de vía máximo/mínimo: 2410/730 mm
- Longitud de rodillos: 860 mm
- Diámetro de rodillos: 350 mm
- Distancia entre centros: 400 mm
- Rango velocidad de ensayo: 0 - 120 km/h
- Peso del conjunto: 4 toneladas



Imagen 4.2 Banco de rodillos con cinta.

➤ FRENÓMETRO (imagen 4.3)

- Modelo IW2 nº2 de Maha
- Carga por eje: 3,5 toneladas
- Potencia motores: 2 x 3 kW
- Velocidad de prueba: 5 km/h
- Rango de medición: 0 – 6 kN
- Precisión: 2% del valor de final de escala
- Ancho de vía mín/máx: 780/2200 mm
- Diámetro rodillos: 202 mm
- Alimentación: 230/400 V, trifásica, 50/60 Hz, 25- 35 A



Imagen 4.3 Frenómetro de turismos IW2.

➤ CILINDRO NEUMÁTICO (imagen 4.4)

- Cilindro de tirantes ISO serie A70 de Air Control Metals
- Carrera: 1000 mm
- Diámetro: 100 mm
- Doble vástago
- Tapas: Aleación de aluminio
- Vástago: Acero cromado
- Tirantes: Acero zincado
- Camisa: Aluminio anodizado
- Juntas: NBR (goma de nitrilo butadieno)
- Rango temperatura ambiente: -10 °C → 80 °C
- Lubricación: No necesaria
- Máxima presión operativa: 10 bar



Imagen 4.4 Cilindro neumático.

➤ VÁLVULA DISTRIBUIDORA (imagen 4.5)

- Válvula 5/3 de Air Control Metals
- 5 vías
- 3 posiciones
- Centros presurizados
- Accionamiento eléctrico



Imagen 4.5 Válvula distribuidora.

➤ COMPRESOR (imagen 4.6)

- Modelo KCD 350-100 de Kaeser.
- Compresor doble instalado sobre depósito de presión.
- Presión máxima: 10 bar
- Caudal efectivo (a 6 bar): 2 x 230 l/min
- Potencia del motor: 2 x 1,7 kW
- Número de cilindros: 2 x 1
- Depósito: 90 litros
- Peso: 105 kg
- Longitud: 1110 mm
- Anchura: 490 mm
- Altura: 830 mm
- Nivel presión acústica: 79 dB(A)



Imagen 4.6 Doble compresor más depósito.

➤ ELEVADOR DE TIJERA (imagen 4.7)

- Elevador XT-35A de RSF
- Capacidad de carga: 3500 kg
- Alimentación: 380 V trifásica
- Altura mínima: 330 mm
- Ancho total: 1900 mm
- Distancia entre plataformas: 800 mm
- Longitud de plataforma: 1540 – 1740 mm
- Presión de trabajo: 6 - 8 bar
- Potencia: 2,6 kW



Imagen 4.7 Elevador de tijera.

➤ PROYECTOR (imagen 4.8)

- Proyector ACER H6517ST
- Full HD 1920 x 1080 HDTV
- Brillo: 3000 lúmenes ANSI
- Contraste: 10000:1
- Formato: 16:9
- Proyector de corta distancia
- 3D ready
- Vida de lámpara: 4000 horas
- Ancho/Alto/Profundo: 314/93/223 mm



Imagen 4.8 Proyector.

➤ PANTALLA ABATIBLE (imagen 4.9)

- Pantalla eléctrica Celexon
- Abatible mediante motor eléctrico
- Dimensiones: 2400 x 2400 mm
- Área de visión: 2350 x 2350 mm
- Peso: 18 kg
- Potencia: 40 W
- Voltaje: 230 V
- Colocación: pared o techo
- Mando a distancia IR incluido



Imagen 4.9 Pantalla de proyección eléctrica.

## 5. PRESUPUESTOS

### 5.1 PRESUPUESTOS INDIVIDUALES

#### ▪ PROCEDIMIENTOS TPMS

##### ➤ Sistema TPMS DIRECTO (tabla 5.1)

ARTÍCULO	IMPORTE UNITARIO €	CANTIDAD	IMPORTE €
Poste de aire con compresor y display digital	3.070	1	3.070
Portes (incluidos)	0	1	0

SUBTOTAL	3.070
IVA (21%)	644,7
<b>TOTAL</b>	<b>3.715</b>

Tabla 5.1 Presupuesto para el ensayo TPMS DIRECTO.

##### ➤ Sistema TPMS INDIRECTO (tabla 5.2)

ARTÍCULO	IMPORTE UNITARIO €	CANTIDAD	IMPORTE €
Banco de rodillos con cinta	22.560	1	22.560
Portes e instalación incluidos	0	1	0
Poste aire con compresor y display digital	3.070	1	3.070
Portes incluidos	0	1	0

SUBTOTAL	25.630
IVA (21%)	5.382,3
<b>TOTAL</b>	<b>31.012,3</b>

Tabla 5.2 Presupuesto para el ensayo TPMS INDIRECTO.

▪ **PROCEDIMIENTO BAS** (tabla 5.3)

ARTÍCULO	IMPORTE UNITARIO €	CANTIDAD	IMPORTE €
Frenómetro de turismos MAHA IW2	16.926	1	16.926

SUBTOTAL	16.926
IVA (21%)	3.554,46
<b>TOTAL</b>	<b>20.480,46</b>

Tabla 5.3 Presupuesto para ensayo BAS.

▪ **PROCEDIMIENTO LDW**

➤ *Sistema LDW mediante sensores INFRARROJOS* (tabla 5.4)

ARTÍCULO	PRECIO UNITARIO €	CANTIDAD	IMPORTE €
Elevador de tijera RSF XT-35A	3.050	1	3.050
Transporte y montaje elevador	200	1	200
Eslinga plana 6000 kg	26,38	2	53
Cilindro doble efecto 100/1000	234,99	1	235
Válvula reguladora caudal	21,85	1	22
Compresor doble	4.371	1	4.371
Electroválvula 5/3	100,60	1	101
Plancha de acero	3 €/kg	392,5 kg	1.178
Mano de obra instalación circuito	15 €/h	80 horas	1.200

SUBTOTAL	10.410
IVA (21%)	2.186,1
<b>TOTAL</b>	<b>12.596,1</b>

Tabla 5.4 Presupuesto para ensayo LDW INFRARROJOS.

➤ Sistema LDW mediante CÁMARA EN RETROVISOR (tabla 5.5)

ARTÍCULO	PRECIO UNITARIO €	CANTIDAD	IMPORTE €
Elevador de tijera RSF XT-35A	3.050	1	3.050
Transporte y montaje elevador	200	1	200
Eslinga plana 6000 kg	26,38	2	53

SUBTOTAL	3.303
IVA (21%)	693,63
<b>TOTAL</b>	<b>3.996,63</b>

Proyector ACER H6517ST 3D ready full HD	716	1	716
Pantalla Celexon 240x240 cm	460	1	460
Transporte de proyector y pantalla	15	1	15

<b>TOTAL</b>	<b>1.191</b>
--------------	--------------

<b>TOTAL</b>	<b>5.187,63</b>
--------------	-----------------

Tabla 5.5 Presupuesto para ensayo LDW CÁMARA.

▪ *PROCEDIMIENTO GSI* (tabla 5.6)

ARTÍCULO	IMPORTE UNITARIO €	CANTIDAD	IMPORTE (€)
Elevador de tijera RSF XT-35A	3.050	1	3.050
Transporte y montaje elevador	200	1	200

SUBTOTAL	3.250
IVA (21%)	682,5
<b>TOTAL</b>	<b>3.932,5</b>

Tabla 5.6 Presupuesto para ensayo GSI.

## 5.2 PRESUPUESTO DE LÍNEA COMPLETA

Una vez presentados los presupuestos de cada uno de los ensayos por separado, se puede calcular el coste que supone incluirlos en una línea de inspección. Sin embargo, dicho coste no es igual a la suma de todos los presupuestos individuales, por varias razones:

- Para poder realizar la comprobación de los sistemas TPMS directo e indirecto, es suficiente instalar el equipo que requiere el sistema indirecto, ya que incluye todo lo necesario para evaluar el directo.
- Para llevar a cabo el test del sistema GSI no es necesario hacer ninguna inversión si también se va a instalar el equipo de los sistemas LDW, porque el GSI utiliza equipo común a estos dos sistemas.
- El coste de los ensayos LDW será la suma del coste de ambos menos el precio de un elevador y de un juego de eslingas, debido a que es equipamiento común entre ambos.

La inversión total para adaptar una línea a los sistemas TPMS, BAS, LDW y GSI resulta (tabla 5.7):

➤ TPMS indirecto	<table><tr><td><b>SUBTOTAL</b></td><td><b>31.012,3 €</b></td></tr></table>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>31.012,3 €</b>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>31.012,3 €</b>		
➤ BAS	<table><tr><td><b>SUBTOTAL</b></td><td><b>20.480,5 €</b></td></tr></table>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>20.480,5 €</b>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>20.480,5 €</b>		
➤ LDW infrarrojos	<table><tr><td><b>SUBTOTAL</b></td><td><b>12.596,1 €</b></td></tr></table>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>12.596,1 €</b>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>12.596,1 €</b>		
➤ LDW cámara (sólo equipo de proyección)	<table><tr><td><b>SUBTOTAL</b></td><td><b>1.191 €</b></td></tr></table>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.191 €</b>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.191 €</b>		
	<table><tr><td><b>INVERSIÓN TOTAL POR LÍNEA</b></td><td><b>65.279,9 €</b></td></tr></table>	<b>INVERSIÓN TOTAL POR LÍNEA</b>	<b>65.279,9 €</b>
<b>INVERSIÓN TOTAL POR LÍNEA</b>	<b>65.279,9 €</b>		

Tabla 5.7 Coste total para la implantación de todos los ensayos en una línea.



## 6. WEBGRAFÍA

<http://www.acepsl.es/espanol/web/89frd.asp>

[http://exclusivasjresco.es/equipos-aire-agua\\_1\\_1\\_2](http://exclusivasjresco.es/equipos-aire-agua_1_1_2)

<http://www.kaeser.es/Brochures/default.asp>

<http://www.rsf-maquinaria.com/es/elevadores/tijera>

<http://www.autofacil.es/conductor/2014/05/01/oculta-itv/18566.html>

<http://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticias/6887322/07/15/Cuantos-coches-hay-en-Espana-El-parque-crecio-en-2014-por-primera-vez-desde-2012.html>

<http://cintatex.es/17-eslingas-planas?gclid=CL7GmtvV8MOCFbYW0wodjKUA3A>

<http://www.motorafondo.net/los-coches-cada-vez-mas-anchos/>

<http://www.autocity.com/articulo/los-5-coches-mas-estrechos-del-mercado>

<http://aircontrol-metals.com/es/cilindros-neumaticos?gclid=CLe44ljg8MOCFVRsGwod23wAKg>

<https://www.proyector24.es/es/>

<http://www.blogmecanicos.com/2014/01/sistema-alerta-cambio-carril-involuntario-LDW.html>

<http://www.circulaseguro.com/que-es-el-bas/>

<http://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/que-es-el-sistema-tpms-de-control-de-presion-de-neumaticos/>

<http://www.motorpasion.com/espaciotoyota/sabes-cuando-es-el-mejor-momento-para-cambiar-de-marcha-y-que-tu-coche-no-sufra>

<http://www.maha.es/seguridad-vehicular.htm>

<https://www.draw.io/>

[http://cincodias.com/cincodias/2016/08/24/empresas/1472059253\\_692886.html](http://cincodias.com/cincodias/2016/08/24/empresas/1472059253_692886.html)

[http://www.ryme.com/productos\\_itv.html](http://www.ryme.com/productos_itv.html)

<http://www.lavanguardia.com/local/madrid/20150226/54427663113/aeca-itv-las-inspecciones-tecnicas-aumentaron-en-madrid-un-9-en-2014.html>